

"EVALUACIÓN DEL CARÁCTER CONTAMINANTE EN EL MANEJO DE LAS BOLSAS  
DE POLIETILENO DESPUÉS DE SER USADAS POR LOS CULTIVADORES DE  
PLÁTANO Y BANANO EN LOS MUNICIPIOS DE ARMENIA, LA TEBaida,  
MONTENEGRO Y QUIMBAYA PERTENECIENTES AL DEPARTAMENTO DEL QUINDÍO"

LINA MARCELA ARBOLEDA ARIAS  
MARIA DEL SOCORRO CELY GARCÍA

UNIVERSIDAD DEL QUINDÍO  
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS Y TECNOLOGÍAS  
PROGRAMA QUÍMICA  
ARMENIA, QUINDÍO.

2003

"EVALUACIÓN DEL CARÁCTER CONTAMINANTE EN EL MANEJO DE LA BOLSA DE  
POLIETILENO DESPUÉS DE SER USADA POR LOS CULTIVADORES DE PLÁTANO Y  
BANANO EN LOS MUNICIPIOS DE ARMENIA, LA TEBaida, MONTENEGRO Y  
QUIMBAYA PERTENECIENTES AL DEPARTAMENTO DEL QUINDÍO"

LINA MARCELA ARBOLEDA (37293)

MARIA DEL SOCORRO CELY (37717)

Proyecto de grado presentado como requisito parcial para optar el título de QUÍMICO

Director del proyecto

PEDRO NEL MARTÍNEZ YEPES

Ing. Químico, M.Sc., Ph D.,

UNIVERSIDAD DEL QUINDÍO

FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS Y TECNOLÓGICAS

PROGRAMA DE QUÍMICA

ARMENIA, QUINDÍO.

2003

Nota de aceptación

---

Jurado

---

Jurado

---

Jurado

Ciudad y fecha.

A los seres más especiales

De mi vida,

Mis PADRES.

GRACIAS.



## AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

Pedro Nel Martínez Yepes, Ingeniero Químico y director de la investigación, por su orientación.

Nancy Forero Arias, directora laboratorio de suelos, Universidad del Quindío, por su orientación y colaboración en el equipo de absorción atómica.

Carlos Humberto Montoya, coordinador laboratorio de Química, Universidad Tecnológica de Pereira.

Luis Gerardo Zuluaga, coordinador de reactivos, Universidad del Quindío, por su permanente motivación.

## CONTENIDO

	pág
1. RESUMEN	13
2. OBJETIVOS	15
2.1. OBJETIVO GENERAL	15
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
3. LEGISLACIÓN AMBIENTAL COLOMBIANA	17
3.1 EL CULTIVO DE PLÁTANO Y BANANO TECNIFICADO Y EL AMBIENTE	18
3.1.1. Embolse del racimo de plátano y banano	19
3.2. BOLSAS DE POLIETILENO	19
3.3. PIGMENTOS	21
3.3.1. Pigmento inorgánicos	21
3.4. TOXICIDAD DE METALES PESADOS	23
3.4.1. Clasificación de los metales según la agencia ambiental De los Estados Unidos (EPA)	25
3.4.2. Factores del suelo que afectan su acumulación y disponibilidad de los metales	26
3.5. RECICLAJE	28

3.5.1.	Tipos de reciclaje de los termoplásticos	29
3.5.2.	Programa de reciclaje de los residuos plásticos del Plátano y banano.	29
3.5.2.1.	Proyecto regional de reciclaje GESTAURABA	30
4.	METODOLOGÍA	32
4.1.	PROCEDIMIENTO	33
4.1.1.	Análisis preliminar de la muestra de pigmento	33
4.1.2.	Identificación del material que protege al pigmento	39
4.1.3.	Identificación de metales presentes en el pigmento	39
4.1.4.	Realización de la encuesta.	40
5.	EQUIPOS Y REACTIVOS	42
5.1.	EQUIPOS	42
5.2.	REACTIVOS	42
6.	DATOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	44
6.1.	DATOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE SOLUBILIDAD	44
6.2.	DATOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE PUNTO DE FUSIÓN	45
6.3.	DATOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA MARCHA ANALÍTICA	45
6.4.	DATOS Y ANÁLISIS CUALITATIVO DEL PIGMENTO BLANCO	48
6.5.	DATOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL PIGMENTO EN EL EQUIPO DE ESPECTROSCOPIA INFRARROJO.	49



6.6	DATOS Y ANÁLISIS DEL PIGMENTO AZUL EN EL EQUIPO DE ESPECTROSCOPIA ULTRAVIOLETA	49
6.7.	DATOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL PIGMENTO BLANCO EN EL EQUIPO DE ESPECTROSCOPIA ULTRAVIOLETA	51
6.8.	DATOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL PIGMENTO AZUL EN EQUIPO DE ABSORCIÓN ATÓMICA (A.A)	52
6.8.1.	Análisis de cadmio en el pigmento azul por el equipo de A.A	52
6.8.2.	Análisis de cobre en el pigmento azul por A.A	53
6.8.3.	Análisis de hierro en el pigmento azul por A.A	54
6.8.4.	Análisis de cinc en el pigmento blanco por A.A	55
6.9.	ANÁLISIS DE LA ENCUESTA	57
6.9.1.	Análisis de la figura 1	57
6.9.2.	Análisis de la figura 2	58
6.9.3.	Análisis de la figura 3	59
6.9.4.	Análisis de la figura 4	60
6.9.5.	Análisis de la figura 5	61
7.	CONCLUSIONES	62
8	RECOMENDACIONES	65
	BIBLIOGRAFÍA	67
	ANEXOS	72

## LISTA DE TABLAS

pág

TABLA 1	Clasificación de algunos colores por posibles metales presentes	22
TABLA 2	Umbrales de concentración de metales que se consideran excesivos (mg/kg)	24
TABLA 3	Datos obtenidos del análisis de solubilidad	44
TABLA 4	Datos obtenidos del punto de fusión	45
TABLA 5	Datos obtenidos de la marcha analítica, grupo I	46
TABLA 6	Datos obtenidos de la marcha analítica, grupo II	47
TABLA 7	Resultados del pigmento blanco por análisis cualitativo	48
TABLA 8	Resultados del pigmento azul en el ultravioleta	50
TABLA 9	Resultados de absorbancia en el ultravioleta del pigmento azul	50

TABLA 10 Resultados de absorbancia en el ultravioleta del pigmento blanco	52
TABLA 11 Resultados del análisis del cobre en A.A del pigmento azul	53
TABLA 12 Resultados del análisis de hierro en A.A del pigmento azul	54
TABLA 13 Resultados de análisis de cinc en A.A del pigmento blanco	55

	Pág
<b>LISTA DE ANEXOS</b>	<b>72</b>
ANEXO A. Parámetros de la encuesta	74
ANEXO B. Espectro del pigmento en el equipo infrarrojo	75
ANEXO C. Espectro del polietileno en el infrarrojo	76
ANEXO D. Espectro del pigmento azul en el equipo ultravioleta	78
ANEXO E. Espectro del pigmento blanco en el equipo ultravioleta	80
ANEXO F. Resultados del análisis de cadmio en el pigmento azul por absorción atómica	81
ANEXO G. Resultado del análisis de hierro en el pigmento azul por absorción atómica	83
ANEXO H. Resultados del análisis de cinc en el pigmento blanco por absorción atómica	84
ANEXO I. Tabulación de la encuesta	

## 1. RESUMEN

Se evaluó el carácter contaminante de las bolsas de polietileno que protegen los racimos de plátano y banano, tomando como referencia el pigmento azul y blanco que la componen; además, se consultó por medio una encuesta la cantidad y disposición final de estas bolsas.

Las pruebas se realizaron directamente sobre el pigmento, suministrado por la empresa que fabrica las bolsas de polietileno que protege los racimos de plátano y banano en el departamento del Quindío, sin ninguna especificación de sus componentes.

Mediante análisis instrumentales (espectroscopia ultravioleta, espectroscopia infrarroja y absorción atómica) y pruebas preliminares (marcha analítica, punto de fusión y solubilidad) se determinó que las bolsas de polietileno empleadas para proteger el racimo contienen con respecto a los pigmentos empleados ; 0.525 mg de cobre y trazas de hierro, descartándose la presencia de cadmio en el pigmento azul y provenientes del pigmento blanco; 0.4168 mg de titanio y trazas de cinc.

El pH del departamento del Quindío es ligeramente ácido (4.5-6.0) facilitando la absorción de los metales por las plantas. El pH es un parámetro importante para definir la movilidad del catión y su solubilidad.

La cantidad de cobre esta dentro de los niveles de concentración que se consideran excesivos, por lo tanto debe haber un mayor control en el manejo final de estas bolsas.

Se tomó una muestra aleatoria de 56 fincas tecnificadas en los municipios de Armenia, La Tebaida, Montenegro y Quimbaya, para realizar la encuesta que permita conocer la disposición final de estas bolsas en los cultivos, arrojando los siguientes resultados; 44% queman las bolsas después de su uso , 48% de los cultivos emplean de 1000 a 3000 bolsas por mes en fincas de 1 a 10 hectáreas y el 32% llevan de 6 a 12 meses empleando la técnica del embolsado.

Por lo tanto, el uso final dado a las bolsas empleadas para dar mejor calidad al fruto, contamina y con el tiempo habrá una acumulación de metales que tendrá efectos mayores en el ecosistema, se recomienda realizar análisis de suelos periódicamente y capacitaciones ambientales y artesanales a los pequeños y grandes cultivadores para fomentar el reciclaje como alternativa económica y social; aprovechando de esta manera aproximadamente 820 toneladas que se desechan anualmente al ambiente.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. OBJETIVO GENERAL**

Identificar si es causa de contaminación ambiental el manejo de la bolsa de polietileno después de ser usada en los cultivos de plátano y banano en los municipios de Armenia, La Tebaida, Montenegro y Quimbaya, pertenecientes al departamento del Quindío; mediante el análisis químico del pigmento encargado de dar la coloración a la bolsa que cubre el racimo.

### **2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- \* Identificar los metales presentes en el pigmento azul y blanco encargados de dar color a la bolsa que cubre el racimo, mediante análisis cualitativos, espectroscopia ultravioleta y absorción atómica.
  
- \* Cuantificar el metal presente en cada bolsa de polietileno con respecto al pigmento azul y blanco, utilizando métodos instrumentales; espectroscopia ultravioleta y absorción atómica.
  
- \* Determinar la presencia de cadmio dentro de la estructura del pigmento azul por medio de absorción atómica.

- \* Identificar el material adherido al pigmento azul y blanco a través de la espectroscopia infrarroja.
  
- \* Indicar mediante la realización de una encuesta en las fincas tecnificadas de plátano y banano en los municipios de Armenia, La Tebaida, Montenegro y Quimbaya, que hacen los cultivadores con las bolsas de polietileno después de ser usadas
  
- \* Proponer alternativas que permitan la recuperación de las bolsas de polietileno que protegen los racimos de plátano y banano en los municipios de Armenia, La Tebaida, Montenegro y Quimbaya, pertenecientes al departamento del Quindío.



### **3. LEGISLACIÓN AMBIENTAL COLOMBIANA**

En la legislación ambiental Colombiana, el decreto 2104 de 1983 ha determinado como desecho sólido todo elemento orgánico residual, exceptuando las excretas provenientes de las actividades humanas y animales. Se comprende en la misma definición los desechos generados domésticamente y todo desperdicio generado en la actividad comercial e industrial. Según el decreto 1594 de 1984, se entiende como vertimiento líquido cualquier descarga líquida hecha a un cuerpo de agua o a un alcantarillado, y en el decreto 948 de 1995 la contaminación atmosférica es el fenómeno de acumulación o de concentración de contaminantes en estado sólido, líquido o gaseoso, causantes de efectos adversos en el medio ambiente y la salud humana, solo o en combinación, como productores de reacción, se emiten al aire como resultado de actividades humanas y/o naturales.

La industria actúa sobre el medio ambiente como cualquier otra actividad humana, modificando el equilibrio de los ecosistema. La actividad industrial sea cual sea su naturaleza, ejerce un conjunto de perturbaciones medioambientales que denominamos impacto ambiental. (SEOANEZ,1995).

La defensa del medio ambiente debe ser una tarea común y privada, nacional e internacional. Se trata por lo tanto de buscar soluciones y, dentro de éstas lo más razonable es conciliar industria y medio ambiente, frenando de alguna manera este ritmo acelerado de alteración de los equilibrios ecológicos.

### 3.1. EL CULTIVO DE PLÁTANO Y BANANO TECNIFICADO Y EL AMBIENTE

Con el nombre de labores culturales se conocen todas las prácticas que se realizan para llevar el cultivo desde la etapa de crecimiento y desarrollo hasta producción.

Cada labor tiene un efecto especial en el cultivo y hay que hacerla oportunamente para que sea rentable.

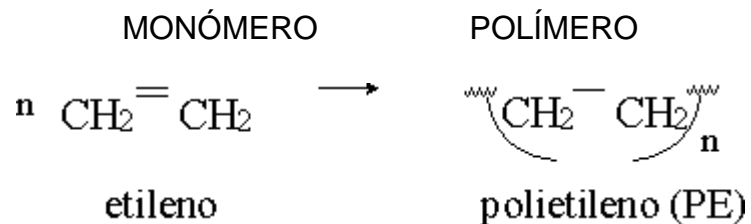
- ♦ **Deshoje:** Es la eliminación de las hojas muertas tanto de la planta madre como de los hijos.
- ♦ **Desguasque:** Consiste en eliminar periódicamente la calceta seca (guasca) para evitar plagas y enfermedades.
- ♦ **Deshije:** Es la práctica cultural más delicada del cultivo. Consiste en eliminar un determinado número de hijos de la planta madre dejando por selección el mejor o los mejores, según el tipo de siembra o sistema de producción.
- ♦ **Fertilización:** Su acción principal es incorporan al suelo gran cantidad de microorganismos que van a transformar los minerales en elementos nutritivos para la planta. Además mejora los factores físicos como: aireación, retención de humedad, oxigenación, permeabilidad entre otros.

### 3.1.1. Embolse del racimo de plátano y banano

Es una práctica opcional para cultivos tecnificados. Consiste en cubrir el racimo con una bolsa plástica perforada, presenta las ventajas de aumentar la velocidad de crecimiento de los frutos, al mantener alrededor una temperatura más alta y con cierto grado de constancia. De igual manera mejora ostensiblemente la calidad general del fruto, reduce los daños relacionados con raspones, quemaduras en el pericarpio por el roce con hojas dobladas, puntales y procesos de corte y acarreo, mejorando la calidad y presentación del fruto. Los racimos se embolsan a más tardar un mes después de la floración, antes de que quede al descubierto la primera mano. (ICA, 1998).

A partir de esta técnica el Centro de Investigación el Agrado estudio el efecto del color de las bolsas de polietileno sobre el desarrollo de los frutos del clon del plátano Dominico-Hartón. Los racimos de mayor peso se obtuvieron con las bolsas de color verde, azul y blanco. (G.Cayón, G. Giraldo, H. Morales y L.D. Celis, 2000).

### 3.2. BOLSAS POLIETILENO



El etileno es el monómero que, después de reaccionar con varias otras moléculas iguales a él, forma el polímero polietileno, o simplemente, PE. La reacción química para la obtención del polímero se llama polimerización. En la estructura de la molécula del PE, la unidad  $\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-}$  se repite indefinidamente y depende del número de moléculas de etileno que reaccionaron entre si (n) para formar el polímero. El polietileno es el miembro más sencillo del numeroso grupo de resinas termoplástico.

La popularización de los plásticos se debe, básicamente a su bajo costo de producción, poco peso, elevada resistencia y a la posibilidad de empleo en la fabricación de piezas en las más variadas formas, tamaños y colores.

Los plásticos, diferentemente de otros materiales, tardan mucho tiempo para degradarse, por lo que permanecen prácticamente intactos durante años, causando problemas ambientales. Iniciativas para la solución de este problema son actualmente importantes, entre ellas el reciclaje de los plásticos o su utilización como fuente alternativa de energía, por combustión.

El plástico se forma, por lo general haciéndolo fluir bajo presión. Contienen pigmentos y aditivos como antioxidantes, plastificantes y estabilizadores.

### **3.3. PIGMENTOS**

Un pigmento esta compuesto por partículas diminutas de un compuesto colorido, disperso en un medio en el que es insoluble. se dispersan en un vehículo adherente (casi siempre un polímero) que se adhiere a un sustrato. Los pigmentos tienen también mayor opacidad, poder cubriente y resistencia al calor y, por tanto, son de valor en pinturas y en la coloración de plásticos. ( WITTCOFF, 1991).

Los pigmentos pueden ser orgánicos o inorgánicos, de origen orgánico (animal o vegetal) o inorgánico (minerales).

#### **3.3.1. Pigmentos Inorgánicos**

Los pigmentos inorgánicos son principales componentes de los sistemas de revestimiento que contribuyen directamente con su función protectora y decorativa o artística. Muchos pigmentos inorgánicos se obtienen de fuentes minerales. Casi todos los pigmentos inorgánicos son compuestos químicos, a menudo mezclas complejas en las cuales un metal es una parte de la molécula.

Algunos ejemplos de pigmentos inorgánicos son los siguientes; dióxido de titanio, cromatos de plomo, calcio, cadmio, cinc, carbonato de plomo, litargirio, molibdatos de plomo y calcio. (AUSTIN,1990)

Debido a la variedad infinita de los pigmentos no es fácil clasificarlos. Hay sistemas de clasificación fundadas en los métodos de fabricación (acción de fuego, producción de

humos, precipitación de compuestos químico, minerales), en la composición (síntesis orgánica de azoico insoluble, síntesis inorgánica de cromatos, ferrocianuros, etc) y en el tono de color. Debido a que el sólido no es soluble en agua y no tiene aspecto metálico, dentro de esta clasificación se encuentran minerales y sales insolubles. Lo primero que debe hacerse es observar el color, que a veces puede orientar. En la tabla 1 hay algunos casos típicos.

TABLA 1. Clasificación de algunos colores por posibles metales presentes.

COLOR	TIPOS DE COMP.	METALES POSIBLES PRESENTES
Blanco	Óxidos	As,Sb,Sn,Al,Zn,Mg,Si,Ti,Zr,Be
Blanco	Sulfuros	Zn
Blanco	Carbonatos	Pb,Ba,Sr,Ca,Mg,
Blanco	Sulfuros	Pb,Ba,Ca
Blanco	Fluoruros	Ca,Mg
Negro	Óxidos	Bi,Cu,Fe,Ni,Co,Mn,V,U
Negro	Sulfuros	Ag,Pb, Hg,Cu,Sb,Fe,Ni,Co,Mo,W,Pt
Café	Óxidos	Pb,Bi,Cd,Fe,Mn
Rojo	Óxidos	Pb,Hg,Cu,Fe
Amarillo	Sulfuros	Cd,As,Sn
Azul-Verde	Carbonatos	
	hidroxidos	Cu,Ni
Verde	Oxidos	Cr
Varios	otras sales	Sales insolubles.

Ref;: Análisis Cualitativo y Química Inorgánica. ( NORDMANN, Joseph 1974, México)

### 3.4. TOXICIDAD DE LOS METALES PESADOS

Los riesgos producidos son función, fundamentalmente, de:

- ♦ La toxicidad
- ♦ El carácter acumulativo de cada elemento, destacando aquellos metales que presenten un índice de bioacumulación superior a 1.

El concepto de bioacumulación se refiere a la acumulación de contaminantes en los organismos y el índice de bioacumulación se expresa por la relación entre la cantidad de un contaminante en el organismo y la concentración de ese contaminante en el suelo.

De entre los iones metálicos más tóxicos cabe destacar el Cd y Hg. El primero se encuentra en forma catiónica y sus propiedades se asemejan a las del ión calcio. Su interacción con los constituyentes edáficos es más fuerte que la de este último. Debido a su extrema toxicidad, cualquier vertido en el suelo da lugar a situaciones muy problemáticas.

Con respecto a metales pesados se puede decir que aunque todos los cationes son capaces de producir efectos tóxicos en los microorganismos a altas concentraciones, la toxicidad es variable y aumenta por lo general con el peso molecular. La toxicidad de algunos metales se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Umbrales de concentración de metales que se consideran excesivos (mg/Kg).

METAL	1	2	3	4
Cr	100	800	100-1000	----
Co	20	300	----	----
Ni	50	500	30-3000	75
Cu	50	500	50-100	140
Zn	200	3000	150-2500	300
As	20	50	----	----
Mo	10	200	----	----
Ca	1	20	1-20	3
Sn	20	300	----	----
Ba	200	200	----	----
Hg	0,5	10	1-16	1,5
Pb	50	600	50-750	300

Ref: [www.google.com/toxicidad de metales](http://www.google.com/toxicidad%20de%20metales)

1: Nivel de referencia en Holanda. Nivel indicativo por encima del cual hay contaminación demostrable.

2: Superado este valor el suelo ha de ser saneado.

3: Límite de concentración para poder añadir lodos en España (suelos de pH <7 y >7 respectivamente)

4: Máximo aceptable en suelos agrícolas (CE, 1986).



### 3.4.1. Clasificación de los metales según la Agencia de protección ambiental de los Estados Unidos (EPA)

- Metales peligrosos: mercurio (metal traza pesado) y berilio (metal traza liviano), una leve exposición puede ocasionar daños a la salud humana.
- Metales potencialmente peligrosos: bario, cadmio, **cobre**, plomo, manganeso, níquel, **cinc**, vanadio y estaño, deben mantenerse bajo control.

#### Lista de principales metales de interés

##### toxicológico:

- |                |                 |
|----------------|-----------------|
| - aluminio     | - <b>hierro</b> |
| - antimonio    | - litio         |
| - arsénico     | - manganeso     |
| - bario        | - mercurio      |
| - berilio      | - molibdeno     |
| - cadmio       | - níquel        |
| - cromo        | - plomo         |
| - cobalto      | - selenio       |
| - <b>cobre</b> | - talio         |
| - estaño       | - <b>zinc.</b>  |

### **3.4.2. Factores del suelo que afectan la acumulación y disponibilidad de los metales.**

La toxicidad de un agente contaminante no sólo va a depender de sí mismo sino también de las características del suelo donde se encuentren. La sensibilidad de los suelos a la agresión de los agentes contaminantes va a ser muy distinto dependiendo de una serie de características edáficas.

El aluminio, el cadmio, el manganeso y el hierro tienen gran movilidad en los suelos, mientras que el cobre y el níquel tienen una movilidad intermedia y el cobalto y el plomo tienen una movilidad baja

([www.edafología.ugr.es/conta/tema15/fact.htm](http://www.edafología.ugr.es/conta/tema15/fact.htm)).

**pH.** El pH, es un parámetro importante para definir la movilidad del catión. La adsorción de los metales pesados está fuertemente condicionada por el pH del suelo y por tanto, también su solubilidad.

La absorción de metales por las plantas aumenta con la acidez de los suelos.

**Textura.** La arcilla tiende a adsorber a los metales pesados, que quedan retenidos en sus posiciones de cambio. Por el contrario los suelos arenosos carecen de capacidad de fijación de los metales pesados, los cuales pasan rápidamente al subsuelo y pueden contaminar los niveles freáticos.

**Estructura.** Favorece la entrada e infiltración de la contaminación de metales pesados en el suelo.

**Materia orgánica.** Reacciona con los metales formando complejos y quelatos, los metales una vez que forman quelatos o complejos pueden migrar con mayor facilidad a lo largo del perfil.

La materia orgánica puede adsorber tan fuertemente a algunos metales, como es el Cu, que pueden quedar en posición no disponible por las plantas. Por eso algunas plantas, de suelos orgánicos, presentan carencia de ciertos elementos como el Cu.

La complejación por la materia orgánica del suelo es una de los procesos que gobiernan la solubilidad y la bioasimilación de metales pesados. La toxicidad de los metales pesados se potencia en gran medida por su fuerte tendencia a formar complejos organometálicos, lo que facilita su solubilidad, disponibilidad y dispersión. La estabilidad de muchos de estos complejos frente a la degradación por los organismos del suelo es una causa muy importante de la persistencia de la toxicidad. Pero también la presencia de abundantes quelatos puede reducir la concentración de otros iones tóxicos en la solución del suelo.

La estabilidad de los complejos tiende a seguir la siguiente secuencia:



**Capacidad de cambio.** Es función del contenido de arcilla y materia orgánica, fundamentalmente. En general cuanto mayor sea la capacidad de intercambio catiónico, mayor será la capacidad del suelo de fijar metales. El poder de adsorción de los distintos metales pesados depende de su valencia y del radio iónico hidratado: a mayor tamaño y menor valencia, menos fuertemente quedan retenidos.

**Condiciones redox.** comportamiento de los metales pesados frente a un cambio en las condiciones ambientales. El potencial de oxidación-reducción es responsable de que el metal se encuentre en estado oxidado o reducido.

El cambio directo en la valencia de ciertos metales; por ejemplo, en condiciones reductoras el  $\text{Fe}^{+3}$  se transforma en  $\text{Fe}^{+2}$ , los iones reducidos son mucho más solubles, las condiciones redox pueden afectar indirectamente la movilidad de metales.

### 3.5. RECICLAJE

Es lo más efectivo para tratar los desechos ya que si un material se entierra, se quema o se bombea al drenaje, nada desaparece; sólo adopta formas y queda como parte del ambiente, de acuerdo con la ley de conservación de la materia y la energía. Esto implica que la destrucción de la basura es imposible, sólo se puede transformar por medios mecánicos, químicos o biológicos en otro tipo de materiales sólidos, líquidos y gaseosos. La verdadera alternativa es buscar métodos, de modo que los productos tengan un alto nivel de utilidad con un mínimo riesgo de contaminación a costos de procesos accesibles. El reciclaje es uno de estos métodos.

Para reciclar cualquier material presente en los residuos, tiene que poder ser procesado en una materia prima viable y limpia. Esta materia prima debe fabricarse después en un producto. Este producto tiene que comercializarse y distribuirse, hay que encontrar clientes y convencerlos para comprar y seguir comprando dicho producto fabricado con materiales residuales. Por lo tanto, el reciclaje requiere tres elementos:

Recolección.

Selección de materias primas.

Recuperación de la materia prima para fabricar el producto.

### 3.5.1. Tipos de reciclaje de los Termoplásticos

- Primario: el material no pierde sus características (la materia prima puede ser reutilizada para el mismo fin);
- Secundario: el material recuperado ya no sirve para el mismo fin, pero sí para otros que impliquen especificaciones inferiores;
- Terciario: en los casos en el que el producto reciclado haya llegado al final de su vida, el material puede usarse para producir productos químicos (se consigue retirar los compuestos necesarios para producir detergentes, por ejemplo).

### 3.5.2. Programa de reciclaje de los residuos plásticos del plátano

El objetivo de **Plasteco** es concienciar a la población rural de la importancia de lograr un ambiente más saludable, mediante la reducción de la contaminación producida por los plásticos derivados de la producción de plátanos.

Apoyamos a las principales compañías plataneras en sus programas ambientales dirigidos a procurar un hábitat más saludable para sus trabajadores y las poblaciones más cercanas.

Nuestra misión es convertir los residuos plásticos del plátano, que podrían durar 500 años enterrados bajo tierra, en nuevos productos autosostenidos de utilidad para la población. Por ello, PLASTECO recoge, recicla y reutiliza los residuos plásticos para inventar y promocionar nuevos productos, fabricados con este material.

También hemos desarrollado la tecnología necesaria para convertir el plástico reciclado y granulado en fabulosas tejas, o en varillas muy resistentes para sujetar las plataneras. Ambos productos son completamente nuevos, por lo que ha sido necesario idear estrategias para su introducción en el mercado.

Actualmente ambos productos han sido muy bien aceptados gracias a sus excelentes cualidades: son ligeros, impermeables al 100%, irrompibles, con una vida media esperada de unos 50 años y no tienen competidores en el mercado.

#### **3.5.2.1. Proyecto Regional de Reciclaje GESTAURABÁ**

Entre 1980 y 1995, la zona de Urabá había acumulado 40.000 toneladas de plástico no biodegradable, generando una contaminación en los suelos que alcanzaba a registrar, en promedio, 1.5 toneladas producidas por hectárea cultivada, con graves efectos sobre el ambiente, la calidad de los suelos, la productividad y el empleo.

Hoy la situación es diferente, gracias a la visión empresarial y a la evolución en el compromiso ambiental de los productores bananeros y de las comercializadoras así como la labor desarrollada por la fundación social de UNIBAN, CORPOURABA en el diseño y ejecución del proyecto regional de reciclaje de Urabá denominado GESTAURABÁ. La organización esta conformada por mujeres cabeza de familia de la región, crearon pequeñas precooperativas para recoger plásticos en las fincas y venderlos clasificados y lavados a proveedores de estos insumos.

A través de este proyecto 220 mujeres obtienen hoy, en promedio, ingresos mensuales de \$220.000 y tienen asegurado un adecuado nivel de vida ya que están en proceso de convertirse en socias de la nueva organización cooperativa regional.

#### **4. METODOLOGÍA**

Los análisis se realizaron directamente sobre el pigmento blanco y azul, la muestra de pigmento fue suministrada por la empresa que fabrica estas bolsas en el departamento del Quindío, sin ninguna especificación de sus componentes, es decir, no suministraron la ficha técnica.

La muestra de pigmento se llevó al laboratorio para hacer las pruebas correspondientes de identificación: Punto de fusión, solubilidad, análisis cualitativos y análisis cuantitativo.

Se realizó una encuesta en los municipios de Armenia, La Tebaida, Montenegro y Quimbaya pertenecientes al departamento del Quindío para tener una visión del manejo y disposición final de la bolsa de polietileno que protege los racimos.

Obteniendo estos resultados se plantean los efectos tóxicos del este pigmento, si lo hay, y se sugieren algunas alternativas para el manejo final de las bolsas de polietileno que protegen los racimos de plátano y banano.



## 4.1. PROCEDIMIENTO

### 4.1.1. Análisis preliminar de la muestra de pigmento

La muestra de pigmento se sometió a análisis cualitativos de punto de fusión, solubilidad y marcha analítica.

Se ensayó la solubilidad utilizando una pequeña cantidad de la muestra en los siguientes solventes: agua, ácido nítrico, metanol, formaldehído, hexano, ácido clorhídrico, éter de petróleo, hidróxido de sodio, ácido sulfúrico, acetato de amonio, acetona y aceite mineral.

En algunos casos será preciso calentar y esperar.

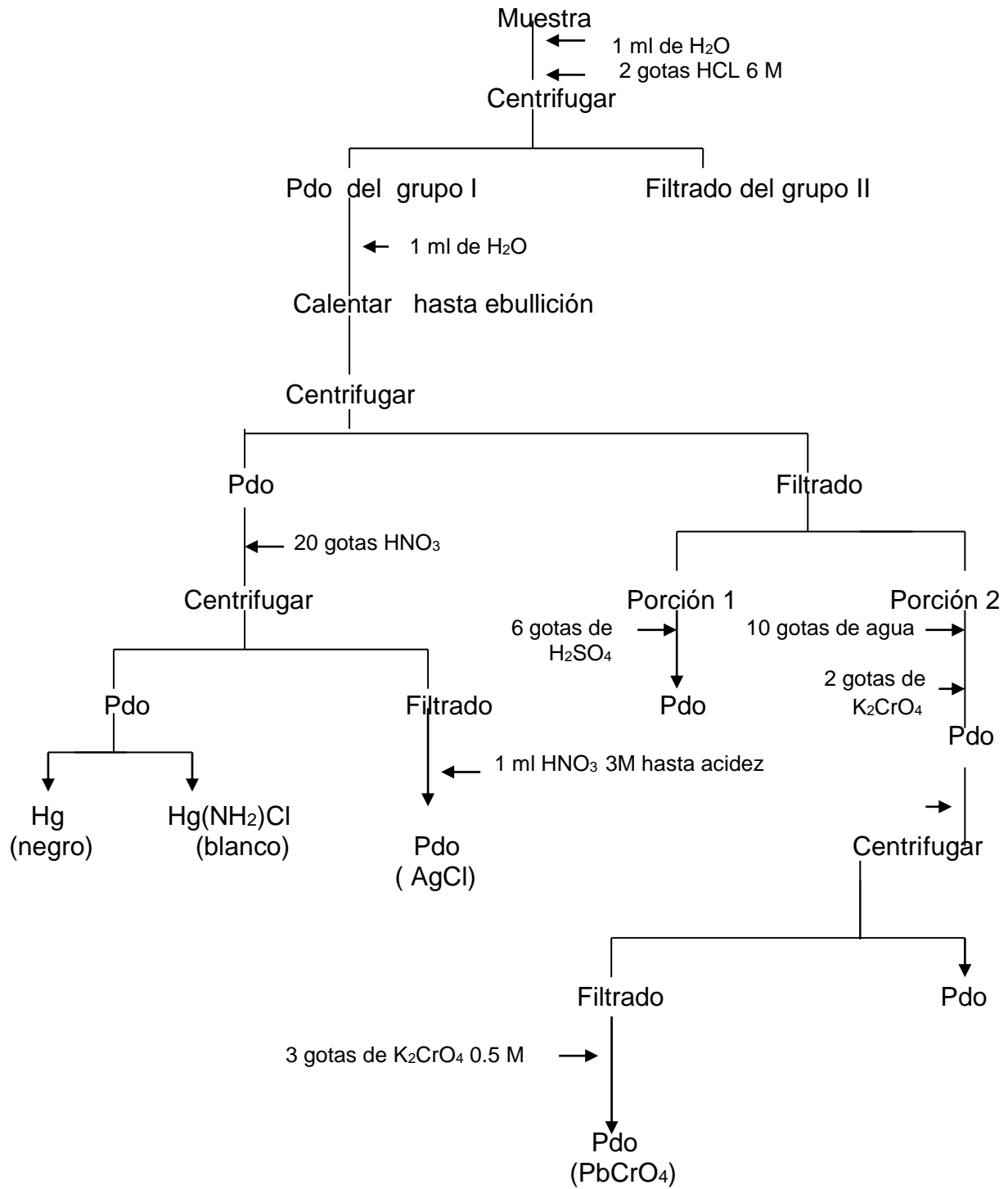
Finalmente se somete la muestra a calcinación destruyendo la parte orgánica, para facilitar la solubilidad del metal en el pigmento.

La técnica de separación de los cationes se realizó así:

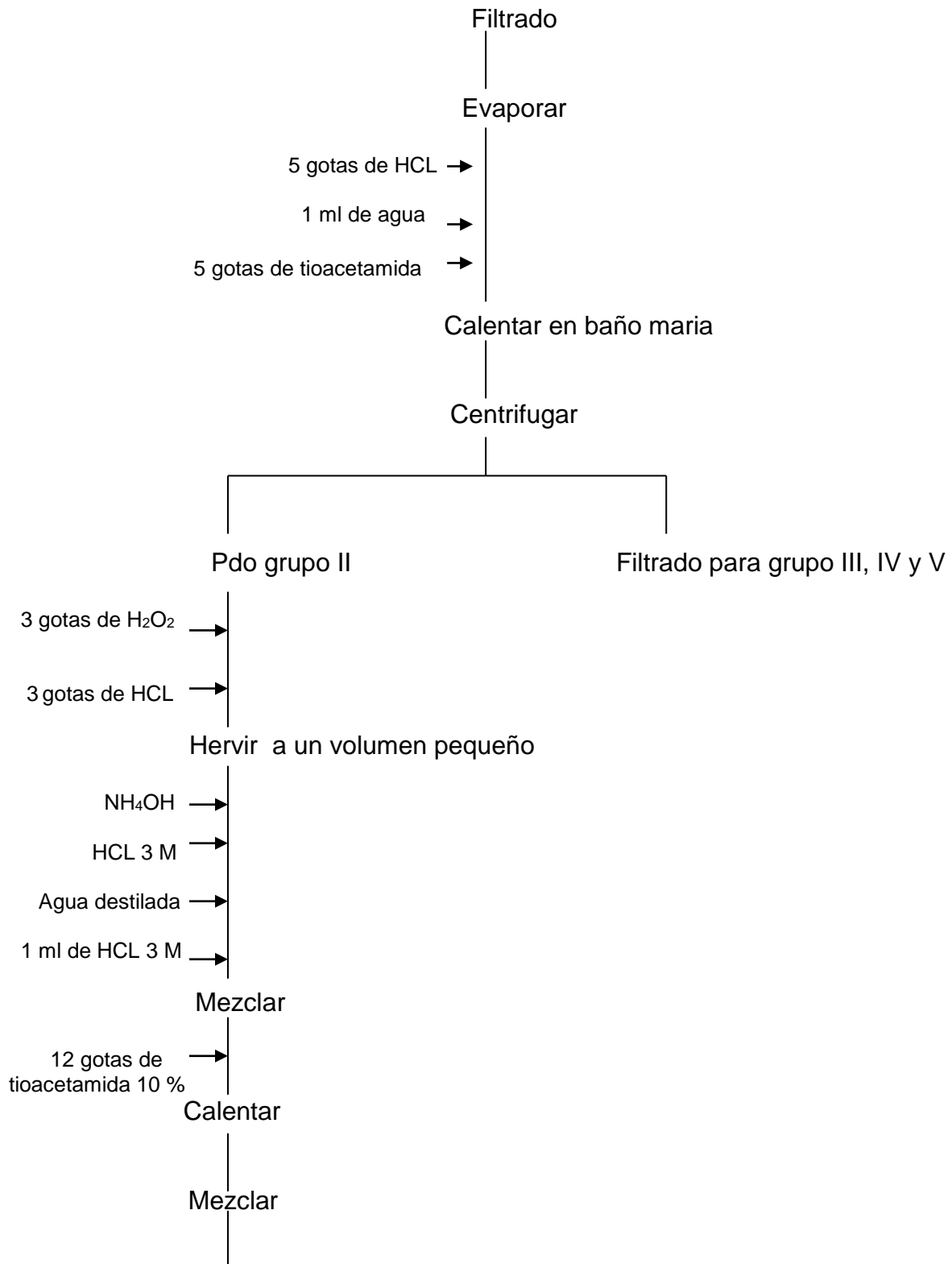
- ♦ A 2.0 ml de la muestra que se analiza se le adiciona ácido clorhídrico diluido en exceso. Precipitando del grupo I. Se centrifuga y se separa el líquido del sólido. En el precipitado se analizan los cationes del grupo I, con el líquido se procede según dos.
  
- ♦ El líquido se evapora casi a sequedad. Se agregan 5.0 gotas de ácido clorhídrico diluido, y 1.0 ml de agua destilada y 5.0 gotas de tioacetamina. Se calienta a baño maría. Precipitando el grupo II. Se centrifuga y separa el sólido del líquido. La solución clara se reserva para tres.

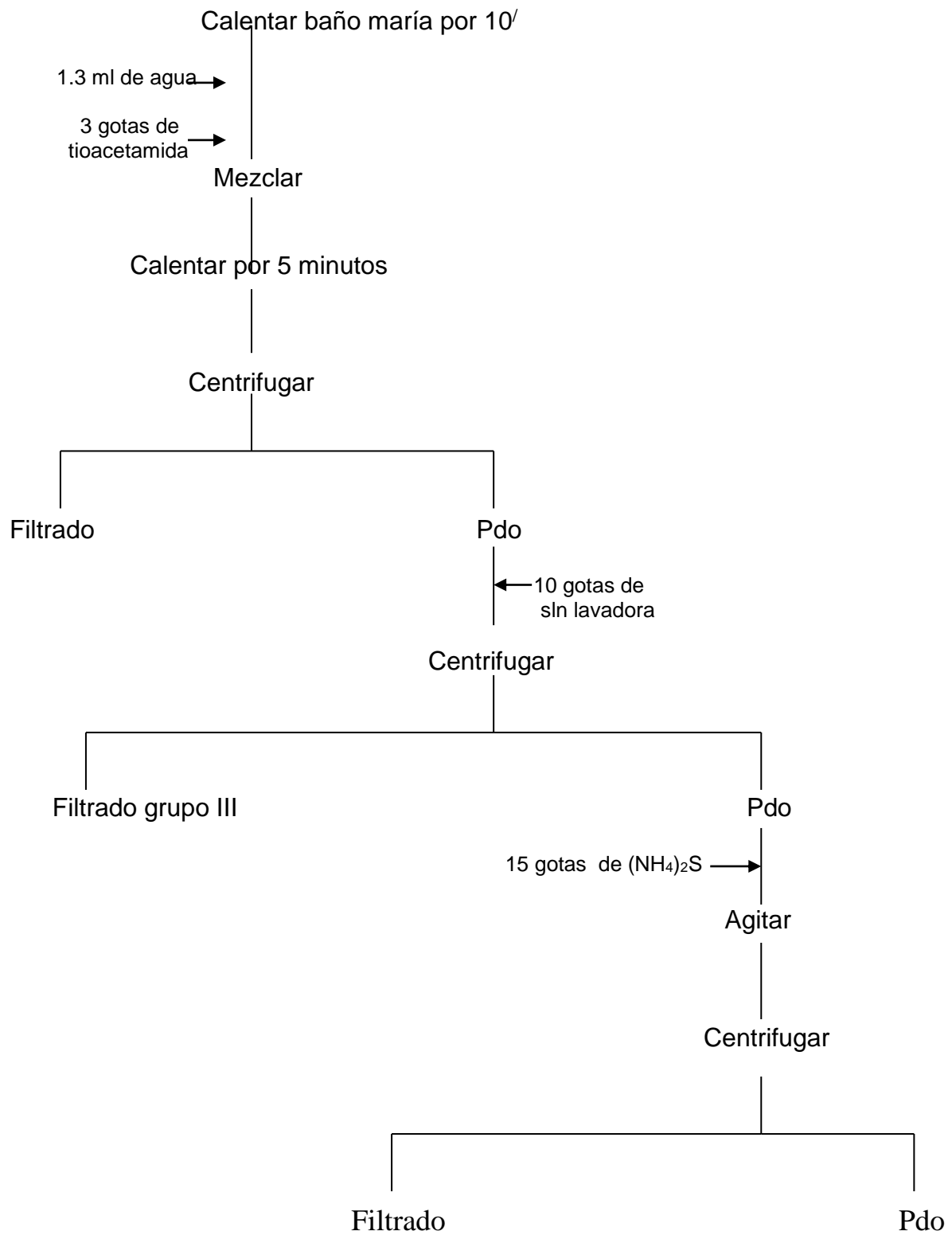
- ◆ El líquido de dos se evapora hasta reducir su volumen a 1.0 ml. Se agregan dos gotas de ácido nítrico concentrado. Se lleva la mezcla a ebullición y se agrega 1.0 ml de cloruro de amonio y un exceso de hidróxido de amonio. Se lleva a ebullición nuevamente. Precipitando los hidróxidos del grupo III. El líquido se guarda para cuatro.
  
- ◆ El líquido tres se evapora hasta reducir su volumen a 1.0 ml, se agrega 1.5 ml de cloruro de amonio, hidróxido de amonio hasta alcalinidad débil y 10 gotas de sulfuro de amonio. Se lleva a ebullición precipitados del grupo IV como sulfuros. Centrifuga y separa, el líquido se guarda para cinco.
  
- ◆ Al líquido de cuatro se añade ácido clorhídrico hasta exceso. Se lleva a ebullición y se centrifuga para separar el azufre. Al líquido claro se adiciona hidróxido de amonio hasta reacción alcalina y luego carbonato de amonio. Precipita el grupo V como carbonatos.
  
- ◆ El líquido proveniente de la separación del grupo V, se prueban  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{NH}_4^+$

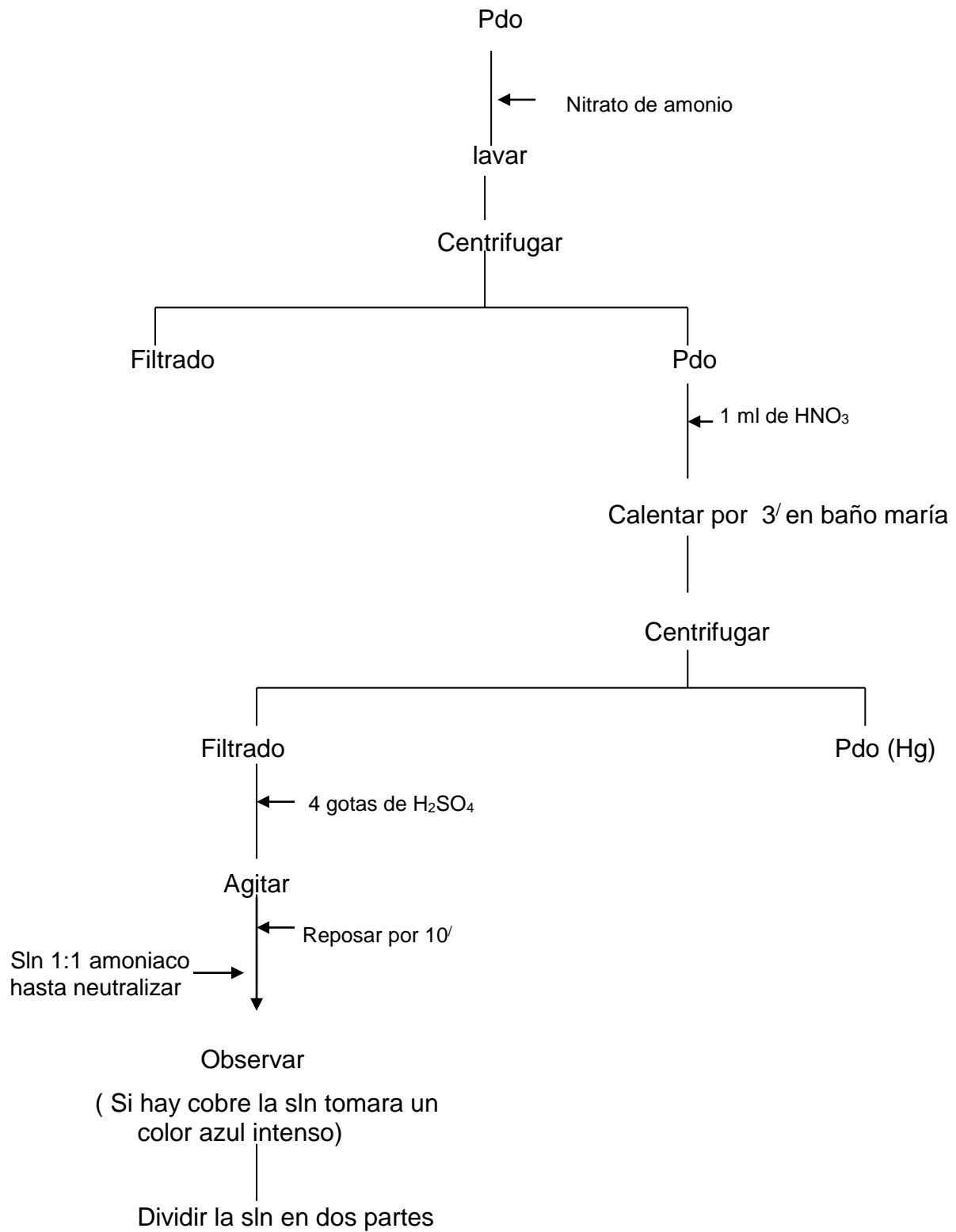
## CATIONES DEL GRUPO I

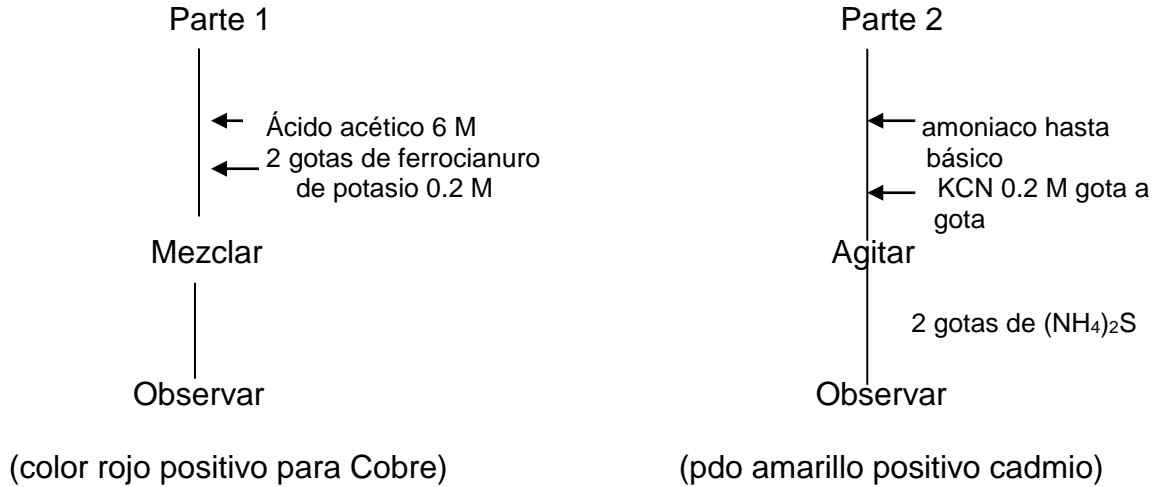


## CATIONES DEL GRUPO II.









#### 4.1.2. Identificación del material que protege al pigmento

Se pesa un gramo de pigmento, se solubiliza en nujol, se calienta y se lleva al equipo de espectroscopia infrarroja entre 500 y  $4000\text{ cm}^{-1}$  entre la zona orgánica.

El espectro que se obtiene se comparó con espectros encontrados en la literatura y se analizan las bandas de absorción para determinar el material adherido al pigmento.

#### 4.1.3. Identificación de metales presentes en el pigmento

Para identificar los metales presentes en el pigmento la muestra se somete a un tratamiento:

Se pesan 10 gramos de pigmento, se llevó a incineración a  $600\text{ }^{\circ}\text{C}$  por una hora, se adiciona un gramo de bicarbonato de soda y se lleva a calentamiento por treinta minutos mas.

En un balón de 100 ml se adicionó la muestra incinerada de pigmento y se aforo con ácido sulfúrico 3 N, a partir de esta solución se analizaron los metales de cobre, cinc, hierro, titanio y cadmio, empleando los equipos de absorción atómica y espectroscopia ultravioleta.

#### **4.1.4. Realización de la encuesta**

Las fincas para realizar la encuesta se tomaron al azar entre los municipios donde hay mayor cultivo de plátano y banano que corresponden a los municipios de Armenia, La Tebaida, Montenegro y Quimbaya. Se reporto en 1997, 752 fincas tecnificadas con cultivo de plátano y banano, con 42.000 hectáreas. (Secretaria de Desarrollo Rural, Armenia, 1998), a partir de ésta información se tomó 56 fincas para realizar la encuesta. (Ver anexo A).

Las encuestas se realizaron en las siguientes veredas:

El Caimo, veredas; El Marmato, Ramal la Paloma.

Pueblo Tapao, veredas; La Revancha, Puerto Espejo, Zuleibar.

Montenegro, veredas; Risaralda, Macho Negro, Varalla, Castillo, El Gigante, Calle Larga.

Quimbaya, veredas; El Laurel, La Unión, Carmelita, Santa Ana, Chaquira.

La Tebaida, veredas; Padilla, Cacique.



En el momento de realizar la encuesta la mayoría de las respuestas fueron por los agregados de las fincas.

El desarrollo de la encuesta fue personalizada, directamente con los dueños o encargados de las fincas, sin embargo la mayoría de las respuestas se obtuvo por los encargados o agregados.

## **5. EQUIPOS Y REACTIVOS USADOS DURANTE LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO.**

### **5.1. EQUIPOS.**

Espectrofotómetro infrarrojo Modelo IMPACT S/N ADF 9600773 Nicolet instrument corporation 5225 Verana Road Madison, WL 53711.

Espectrofotómetro ultravioleta G 1115 REV.A. 0601 HP CHEMSTATTON

Espectrofotómetro de absorción atómica PERKIN ELMER 3100.

Espectrofotómetro de absorción atómica UNICAM 969 , Software 32.

### **5.2. REACTIVOS.**

Amoniaco concentrado

Nitrato de Bario

Ácido Sulfúrico

Nitrato de calcio

Ácido Nítrico

Nitrato de cromo (III)

Ácido Clorhídrico

Nitrato de bismuto

Ácido Fosforico

Nitrato de zinc

Ácido Acético

Nitrato de cobalto (II)

Acetato de Amonio

Nitrato de estroncio

carbonato Ácido de Sodio	Nitrato ferrico
Carbonato de Amonio	Oxalato de amonio
Cianuro de Potasio	Sulfuro de amonio
Cloruro de estaño I	Tiocianato de potasio
Cloruro de Mercurio	Tioacetamina
Cloruro de Amonio	Metanol
Cromato de Potasio	Formaldehído
Dimetilglioxima	Hexano
Fosfato Ácido de Sodio	Ácido tricloroacetico
Ferrocianuro de potasio	Éter de petróleo
Hidróxido de Sodio	Hidróxido de sodio
Hidróxido de Amonio	Aceite mineral
Hidróxido de Potasio	Carbonato de sodio
Estándares de Cd, Cu, Fe, Zn.	Peroxido de hidrogeno

## 6. DATOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.

### 6.1. DATOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE SOLUBILIDAD.

TABLA 3. Datos obtenidos del análisis de solubilidad.

SOLVENTE	+	-	OBSERVACIONES
Metanol		*	
Formaldehido		*	
Hexano		*	
Ácido clorhídrico		*	
Éter de petróleo		*	
Hidróxido de sodio		*	
Ácido nítrico			cambio de color, de azul
			a morado e incoloro
Ácido sulfúrico			cambio de color, de azul
			a verde claro.
Acetato de Amonio		*	
Acetona	*		parcialmente positivo en
			caliente.
Aceite mineral	*		positivo en caliente.

La muestra de pigmento blanco y azul es soluble en aceite mineral en caliente, debido a que el pigmento utiliza como aglutinante aceite para facilitar la fijación del color.

Después de la calcinación los metales presentes reaccionan en ácido sulfúrico 3N.

## 6.2. DATOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL PUNTO DE FUSIÓN.

TABLA 4. Punto de fusión.

MUESTRA	T(° C )
1	208
2	208
3	210
PROMEDIO	208.6

La muestra de pigmento paso del estado sólido a liquido a 208.6 °C, éste dato no corresponde a los metales presentes en el pigmento, debido a que los puntos de fusión de ellos están entre 300 y 1700 °C, como:

Titanio: 1668 °C

Hierro: 1403 °C

Cinc: 419.5 °C

Cadmio: 321 °C

El resultado por lo tanto corresponde al punto de fusión de una mezcla de compuestos, debido a que el polietileno tiene un punto de fusión entre 119 y 150 °C, dependiendo del proceso.

## 6.3. DATOS Y ANÁLISIS DE LA MARCHA ANALÍTICA

Para el análisis del grupo I (  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Hg}_2^{+2}$ ,  $\text{Pb}^{+2}$  ), dieron las siguientes observaciones:

TABLA 5. Resultados del grupo I.

MUESTRA	CATIÓN	OBSERVACIONES
Pig. Azul	$\text{Ag}^+$	no formó precipitado
	$\text{Hg}_2^{+2}$	Coloración azul oscura
	$\text{Pb}^{+2}$	En forma de $\text{PbSO}_4$ , la solución dió azul
		tenue, no hay formación de precipitado
		En forma de $\text{PbCrO}_4$ , no formó precipitado

En el pigmento azul de acuerdo al análisis cualitativo no contiene cationes del grupo I ( $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Hg}_2^{+2}$ ,  $\text{Pb}^{+2}$ ).

Para el análisis de los cationes del grupo II ( subgrupos del cobre y del arsénico), se partió de la solución del análisis del grupo I, que deben contener todos los iones metálicos cuyos cloruros son solubles. Arrojando las siguientes observaciones:

TABLA 6. Resultados del grupo II

MUESTRA	CATIÓN	OBSERVACIONES
Pig. Azul	$\text{Al}^{+2}$	presentó un leve color blanco
	$\text{Cr}^{+3}$	no presentó color
	$\text{Fe}^{+3}$	no presentó color característico
	Sulfuros del	no hubo formación de precipitado
	subgrupo del	
	arsenico	
	$\text{Cu}^{+2}$	coloración azul intenso, es necesario
		confirmarlo
	$\text{Mn}^{+4}$	no formó precipitado
	$\text{Fe}^{+3}$	se confirmó, dio un pequeño precipitado
		de color café.
	$\text{Ni}^{+2}$	En el ensayo para el Níquel se observo
		un color café pardusco
	$\text{Co}^{+2}$	presentó una coloración pardusca.

Para el análisis de los cationes del grupo II, inicialmente para el hierro no presentó un color característico, dando un falso negativo, al verificarlo se confirmó la presencia de hierro en el pigmento azul en muy pequeña cantidad, por el contrario, para el cobre dio

la coloración característica para éste catión , sin embargo, se confirmó por medio de los análisis de los equipos de espectroscopia ultravioleta y adsorción atómica.

#### 6.4. DATOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL PIGMENTO BLANCO POR ANÁLISIS CUALITATIVO

TABLA 7. Resultados del pigmento blanco por análisis cualitativo.

MUESTRA	CATIÓN	OBSERVACIONES
Pig. Blanco	Ti <sup>+4</sup>	En presencia de H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , dió una coloración
		amarilla.
		En presencia de timol la coloración es dudosa
		dando dos capas, una lechosa y otra transparente,
		presentando un pequeño precipitado de color rosa.
	Zn <sup>+2</sup>	Al adicionarle a la muestra NH <sub>4</sub> OH más la resorcina
		la muestra no presentó ninguna característica de
		color.

El pigmento blanco contiene según el análisis cualitativo el catión Titanio con una coloración intensa característica.

El cinc no dió coloración, sin embargo estos resultados se verificaron en el equipo de espectroscopia ultravioleta.



## **6.5. DATOS Y ANÁLISIS DEL PIGMENTO EN EL EQUIPO DE ESPECTROSCOPIA INFRARROJA**

La muestra se preparó en forma de disolución en nujol entre 500 y 4000  $\text{cm}^{-1}$

Obteniendo las siguientes bandas de absorción (ver anexo B):

2.900  $\text{cm}^{-1}$  que corresponde a enlace C-H alcano.

1.400  $\text{cm}^{-1}$  que corresponde al alargamiento C-C puede aparecer entre 1500 y 1600  $\text{cm}^{-1}$

<1000  $\text{cm}^{-1}$  enlace C-H alqueno, la absorción alifática es de intensidad máxima a altas frecuencias.

Al analizar estas bandas de absorción se determina que el material es un compuesto de cadena lineal con enlaces sigma carbono e hidrógeno, además se comparó con espectros encontrados en la literatura, (ver anexo C).

## **6.6. DATOS Y ANÁLISIS DEL PIGMENTO AZUL EN EL EQUIPO ESPECTROSCOPIA ULTRAVIOLETA**

La muestra se calcino, se aforo con  $\text{H}_2\text{SO}_4$  y se filtro, el patrón del equipo fue  $\text{CuSO}_4$ .

presentó los siguientes resultados a una longitud de onda de 813 nm. (ver anexo D)

TABLA 8. Resultados del pigmento azul en el U.V.

NOMBRE DEL ESTANDAR	CuSO <sub>4</sub> (M)	ABSORBANCIA
Sulfato de cobre 1	0,01	0,12269
Sulfato de cobre 2	0,02	0,24691
Sulfato de cobre 3	0,04	0,49219
Sulfato de cobre 4	0,06	0,73753
Sulfato de cobre 5	0,08	0,99508
Sulfato de cobre 6	0,1	1,2564
Sulfato de cobre 7	0	0,000377

El coeficiente K1= 0.080256 M, con un coeficiente de correlación molar de 0.99992.

Se tomó datos de la muestra de pigmento azul a una longitud de onda de 813 nm que correspondió a las siguientes absorbancias.

TABLA 9. Resultados de absorbancia del pigmento azul en el U.V.

MUESTRA	1	2
ABSORBANCIA	0.17637	0.18853

Gramos del pigmento azul: 10.0083 gr.

Volumen de ácido sulfúrico 3N: 100 ml

Absorbancia promedio: 0.18245

Para 900 bolsas de polietileno que protegen los racimos de plátano y banano se emplean:

450 gr de pigmento blanco.

50 gr de pigmento azul.

$$C = K_1 \times A \quad K_1 = 8.0256 \times 10^{-2} \quad A = 0.18245$$

$$C = 8.0256 \times 10^{-2} \times 0.18245$$

$$C = 0.0146 \text{ mol/lit}$$

$$C = 930.4 \text{ mg/ lit}$$

En cada bolsa de polietileno empleada para proteger el racimo de plátano y banano hay 0.516 mg de  $\text{Cu}^{+2}$ , con respecto al pigmento azul.

El espectro se comparó con las bandas de absorción del espectro del sulfato de cobre y se observó que tienen la misma longitud de onda, pudiendo contener el pigmento sulfato de cobre.

## **6.7. DATOS Y ANÁLISIS DEL PIGMENTO BLANCO EN EL EQUIPO DE ESPECTROSCOPIA U.V.**

El patrón del análisis fue el bióxido de titanio, presentó los siguientes resultados a una longitud de onda de 405 nm, (ver anexo E).

TABLA 10. Resultados de Absorbancia en el ultravioleta del pigmento blanco.

NOMBRE DEL STANDAR	TiO <sub>2</sub> ppm	ABSORBANCIA
Solución 1	1	0,066529
Solución 2	2	0,13138
Solución 3	3	0,18826
Solución 4	4	0,24941
Solución 5	5	0,33039

$$K_1 = 15.50900$$

$$A = 0.26877$$

Gramos del pigmento blanco = 10.0347

Volumen del ácido sulfúrico 3 N = 100 ml.

El pigmento blanco contiene 0.4168 mg de titanio.

## 6.8. ANÁLISIS DEL PIGMENTO AZUL EN EL EQUIPO DE ABSORCIÓN ATÓMICA.

### 6.8.1. Análisis de cadmio en pigmento azul por A.A.

Equipo empleado para el análisis: UNICAM 969, SOFTWARE 32.

Llama : aire- acetileno.

$\lambda$ : 228.8 nm

Absorbancia registrada: 0.032. (ver anexo F).

De acuerdo al análisis no hay presencia de cadmio en el pigmento azul , debido a que la absorbancia registrada es de 0.032, que equivale a la absorbancia menor que la del blanco.

#### **6.8.2. Análisis de cobre en el pigmento azul por absorción atómica.**

Equipo empleado en el análisis: PERKIN ELMER 3100.

Llama: aire - acetileno.

$\lambda$ : 324.8 nm.

TABLA 11. Resultados del análisis de cobre en el pigmento azul por A.A.

MUESTRA	ABSORBANCIA	CONC.ppm
Cu		
d1	0,188	5
d2	0,361	10
d3	0,8	25
d4	1,4	50
d5	1,929	100
muestra	1,901	94,6
		94,9
		94,5
promedio		94,6

Desviación estandar (s): 0.2096

Gramos de pigmento azul: 10.0083 gr.

Volumen de ácido sulfúrico: 100 ml

Factor de dilución: 1-10

$946\text{mg/l} \times 0.1\text{ lt} = 94.6\text{ mg de Cu}^{+2}$  en 10.0083 gramos de muestra.

0.525 mg de  $\text{Cu}^{+2}$  en cada bolsa.

De acuerdo al análisis desarrollado en el equipo, cada bolsa contiene 0.525 mg de cobre con respecto al pigmento azul, éste valor coincide con el resultado emitido por el equipo U.V.

### 6.8.3. Análisis de hierro en el pigmento azul por absorción atómica.

Equipo empleado en el análisis: UNICAM 969 SOFTWARE 32

Llama: aire- acetileno.

$\lambda = 248.3\text{ nm}$

(ver anexo G).

TABLA 12. Resultados del análisis de hierro en el pigmento azul por Absorción atómica.

Muestra	Abs	Conc. Ppm
estándar 1	0,064	1
estandar 2	0,116	2
estandar 3	0,171	3
muestra conc	0,056	0,91
muestra dilu	0,063	0,11
promedio		1,005

Coeficiente de correlación molar = 0.9993

Gramos de la muestra: 10.0024 gr.

Volumen de ácido sulfúrico 3N : 100 ml

$5.582 \times 10^{-4}$  mg de hierro presentes en cada bolsa de polietileno que protegen los racimos de plátano y banano, basados en el pigmento azul.

De acuerdo a éste análisis el pigmento azul presenta muy poca cantidad de hierro, pudiendo ser trazas en el momento de la obtención del pigmento azul.

#### **6.8.4. Análisis de cinc en el pigmento blanco por absorción atómica.**

Equipo empleado para el análisis: UNICAM 969 ,SOFTWARE 32

Llama: aire - acetileno.

$\lambda$ : 213.9 nm

(ver anexo H).

TABLA 13. Resultados de cinc en el pigmento blanco por Absorción atómica.

METAL	Abs	conc.en ppm
Zn		
d1	0,279	1
d2	0,488	2
d3	0,658	3
Muestra	0,181	0,63

Coeficiente de correlación molar: 0.9927

Gramos de pigmento blanco: 10.0025 gr.

Volumen de ácido sulfúrico 3N : 100 ml

Cantidad de pigmento blanco empleado en la fabricación de 900 bolsas de polietileno que protegen los racimos de plátano y banano: 450 gr.

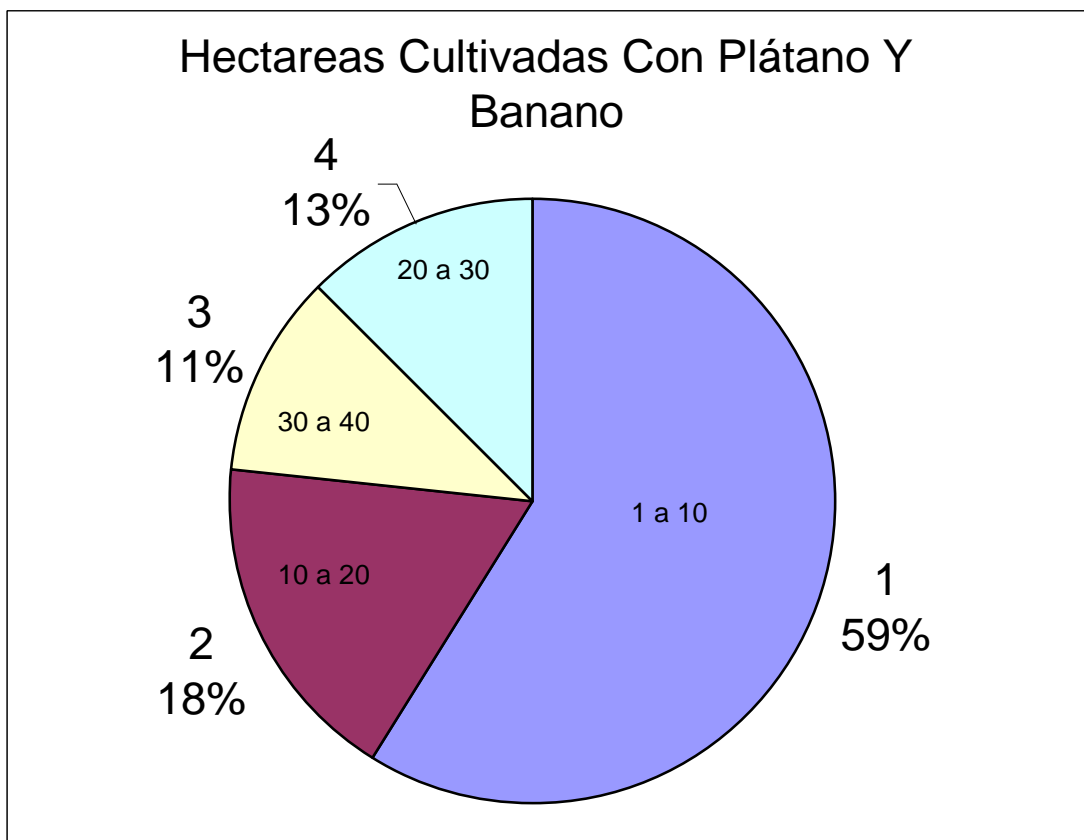
$0.315 \times 10^{-3}$  mg de cinc en cada bolsa de polietileno que protegen los racimos de plátano y banano, con respecto al pigmento blanco.



## 6.9. ANÁLISIS DE LA ENCUESTA.

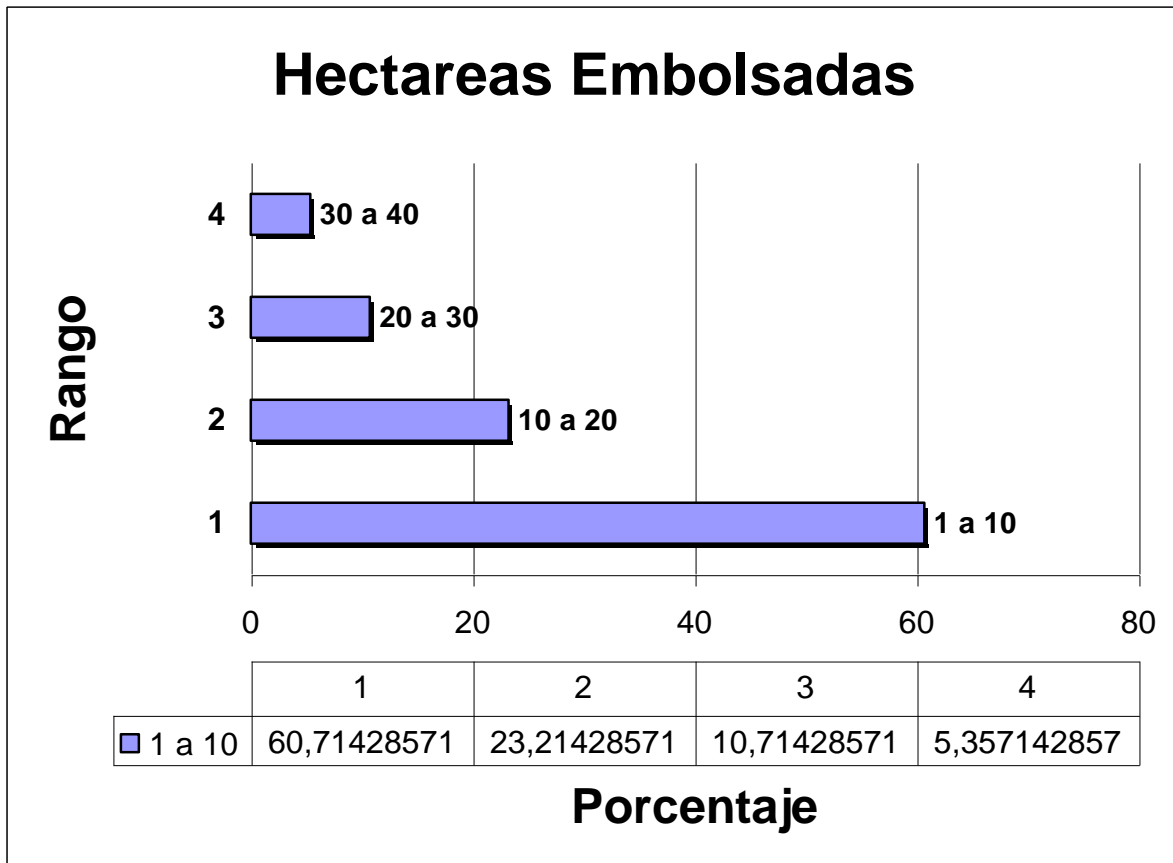
En el anexo I se recopilan los datos obtenidos en la tabulación de la encuesta.

### 6.9.1. Análisis de la figura 1.



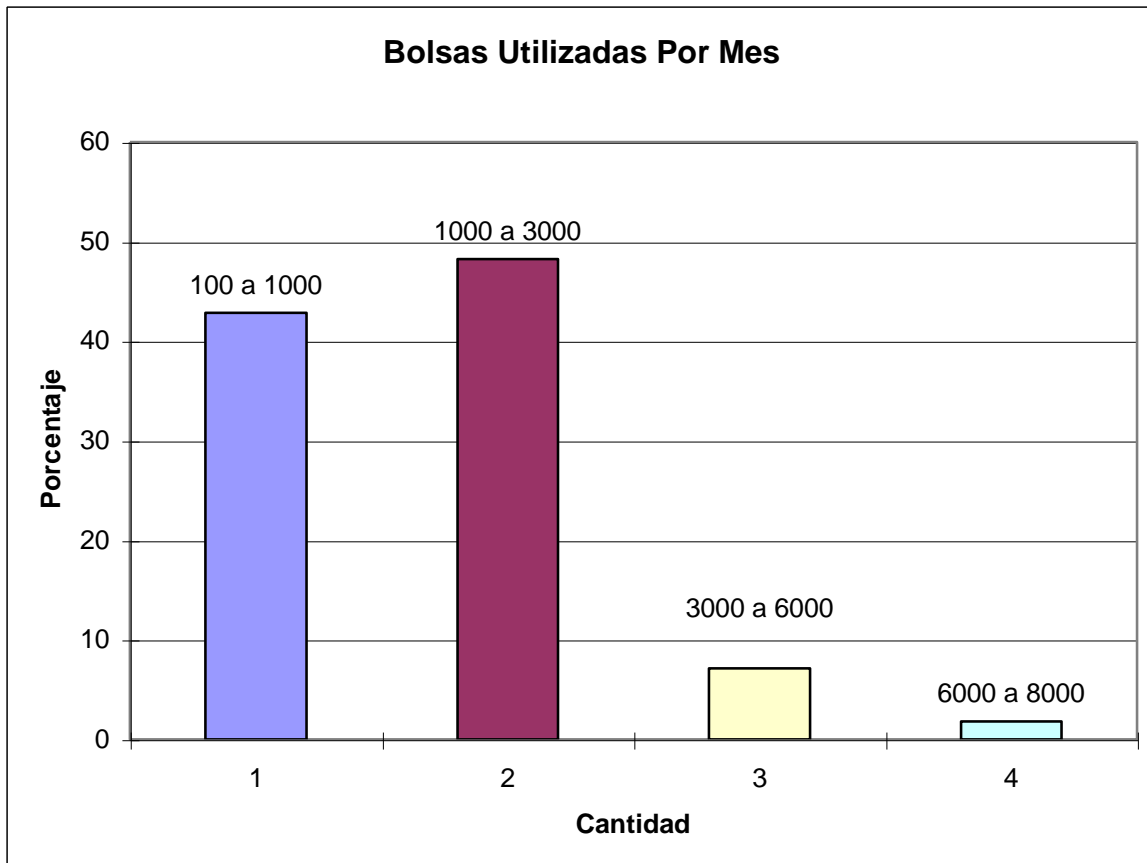
La mayor parte de fincas encuestadas con el cultivo de plátano y banano están entre una a diez hectáreas cultivadas con un 59%. Basando los resultados en fincas relativamente pequeñas.

### 6.9.2. Análisis de la figura 2.



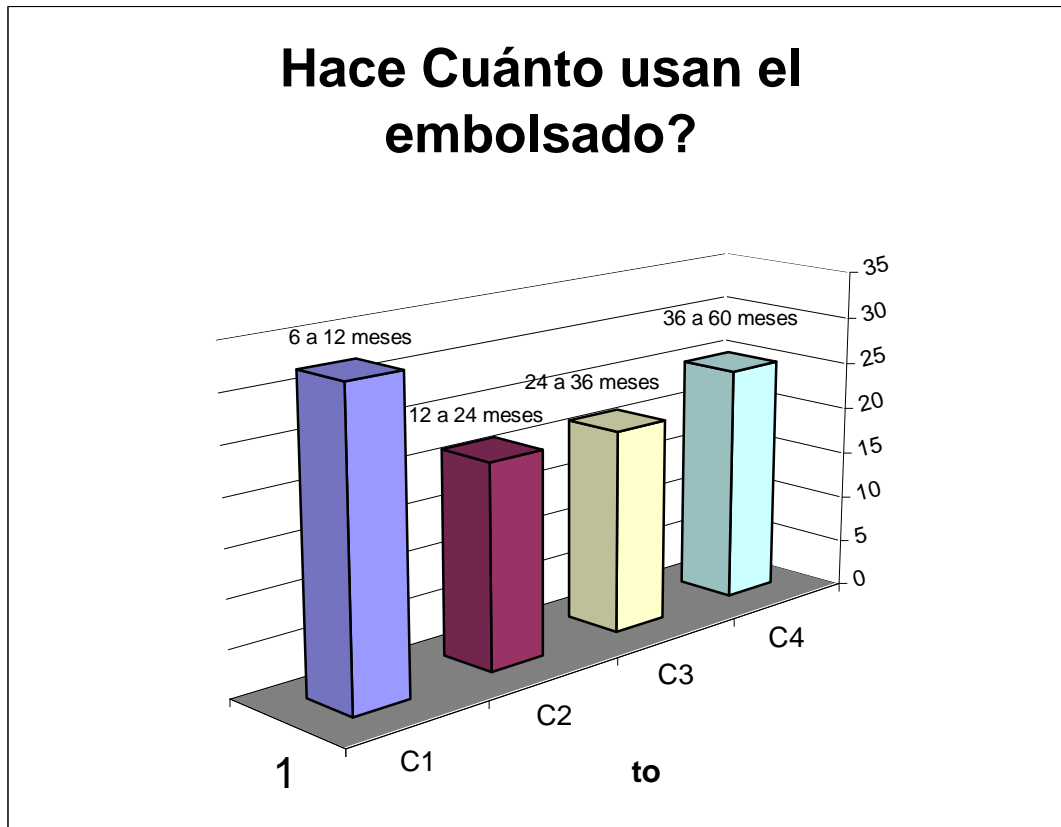
El 60.7% de las fincas encuestadas presentan las mismas hectáreas cultivadas y embolsadas de plátano y banano. Determinando de esta manera el empleo de la técnica del embolsado para mejorar el cultivo, en pequeñas, medianas y grandes fincas.

### 6.9.3. Análisis de la figura 3.



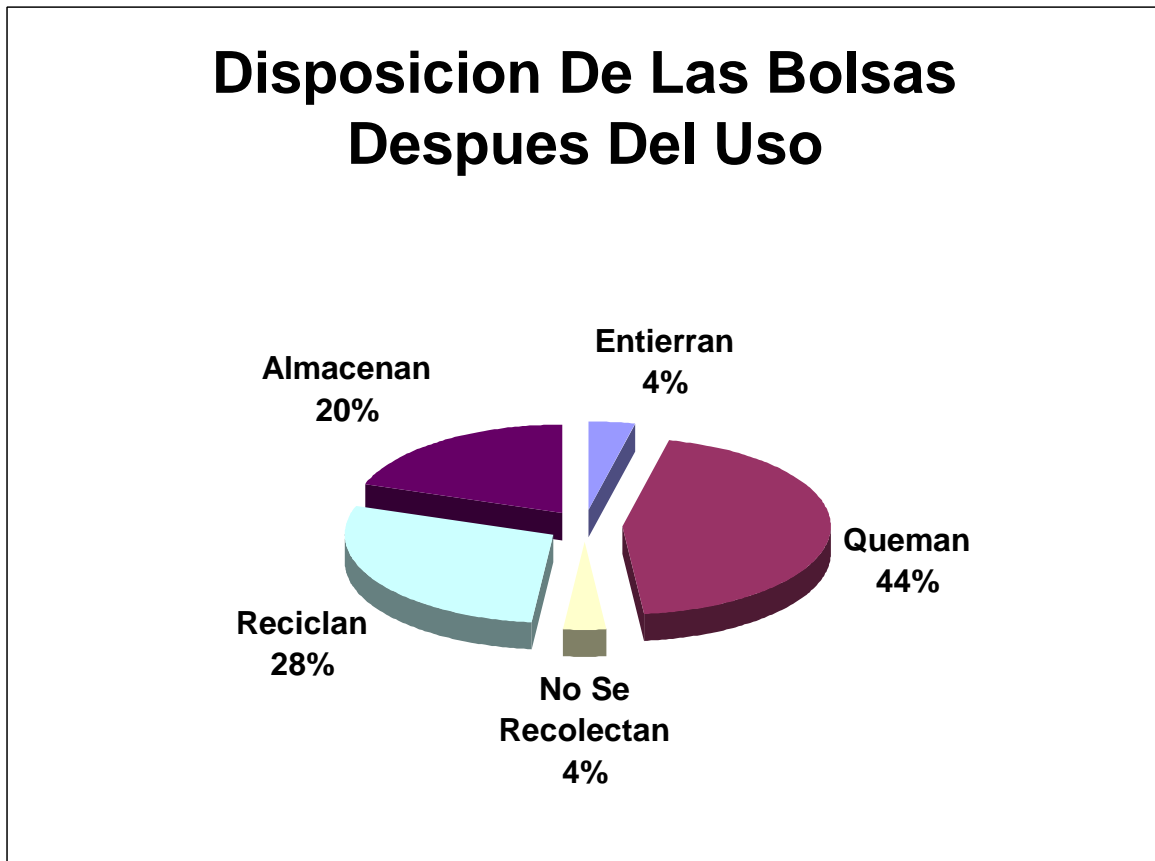
El 48% de los cultivos de plátano y banano utilizan de 1000 a 3000 bolsas por mes, el 43% de 100 a 1000, lo que significa que anualmente se desechan al ambiente aproximadamente 820 toneladas de estas bolsas. Sin embargo, se pueden aprovechar para otros usos por medio del reciclaje.

#### 6.9.4. Análisis de la figura 4.



El 32% de las fincas que se visitaron llevan poco tiempo empleando las bolsas de polietileno que protegen los racimos de plátano y banano, entre seis y doce meses, aunque el 25% llevan de tres a cinco años, más o menos el tiempo que lleva la técnica en el departamento, siguiendo el 21% de un año a dos años y de dos años a tres años.

#### 6.9.5. Análisis de la figura 5.



Los cultivadores de plátano y banano tecnificado de los municipios de Armenia, La Tebaida, Montenegro y Quimbaya, el 44% queman las bolsas después de su uso, siguiendo con el 28% el reciclaje, continuando con el 20% almacenando en un sitio especial, el 4% entierran y el 4% restante las dejan en el sitio de la cosecha.

## 7. CONCLUSIONES

- \* Si es causa de contaminación ambiental la disposición final que la dan los cultivadores a la bolsa de acuerdo a los resultados arrojados por la encuesta. Debe hacerse un mayor control ambiental debido a los metales encontrados que con el tiempo se acumulan y traen efectos negativos al ambiente.
- \* Se identificó hierro y cobre en el pigmento azul; cinc y titanio en el pigmento blanco, encargados de dar color a la bolsa que cubre el racimo de plátano y banano.
- \* Se encontró que en cada bolsa de polietileno hay 0.525 mg de cobre y trazas de hierro ( $5.582 \times 10^{-4}$  mg) provenientes del pigmento azul.
- \* En cada bolsa de polietileno hay 0.4168 mg de titanio y trazas de cinc ( $0.315 \times 10^{-3}$  mg) con respecto al pigmento blanco.
- \* Se comprobó que el pigmento azul no contiene dentro de su estructura cadmio, mediante el método de espectroscopia de absorción atómica.
- \* Se identificó polietileno dentro del material adherido al pigmento por análisis de espectroscopia infrarrojo.

- \* El cobre presente en el pigmento azul está dentro de los umbrales de concentración de metales que se consideran excesivos, por lo tanto debe haber un mayor control ambiental.
  
- \* El embolsado del racimo es una técnica que ayuda al mejoramiento del cultivo de plátano y banano, permitiendo de esta manera una expansión en la comercialización de este producto, mejorando la economía en la región.
  
- \* Al tecnificar el cultivo de plátano y banano se debe tener en cuenta la disposición final de las bolsas, debido a que este es un material no biodegradable que al pasar los años se incorpora en el suelo, ocasionando una red que afecta la estructura, drenaje y desarrollo normal y toma de nutrientes esenciales para la planta, como lo sucedido en Uraba.
  
- \* Según el resultado de la encuesta, los cultivadores de los municipios de Armenia, La Tebaida, Montenegro y Quimbaya, disponen de la siguiente manera las bolsas después de su uso:
  - 44% las queman.
  - 28% las reciclan.
  - 20% las almacenan en un sitio especial.
  - 4% las entierran.
  - 4% las dejan en el sitio del cultivo.

- \* La mejor alternativa para la recuperación de las bolsas es ejecutar programas de capacitación socio-empresarial y tecnología orientadas al reciclaje, a los pequeños y grandes cultivadores.



## 8. RECOMENDACIONES

- \* Desarrollar estudios para determinar la presencia de metales en la cáscara y/o pulpa del plátano, provenientes de la bolsa de polietileno que cubre los racimos.
- \* Medir el nivel de contaminación por el uso frecuente con bolsas tratadas con insecticida y definir sus consecuencias ya que han encontrada trazas en la pulpa por encima de los niveles permitidos ( AEXA, 2000).
- \* Realizar periódicamente estudios en los suelos con cultivo de plátano y banano para comparar los niveles de acumulación de metales encontrados en las bolsas. El pH del suelo del departamento del Quindío esta en un rango de 4.5 a 6.0, permitiendo más fácilmente la absorción de los cationes por las plantas.
- \* Encontrar un solvente adecuado que limpie completamente la mancha de plátano y banano en la bolsa, permitiendo la reutilización de ésta.
- \* En la realización de la encuesta se observo que en algunos casos las bolsas después de algún tiempo de ser enterradas cambian de color, durante la elaboración del proyecto se enterraron algunas bolsas para determinar el tiempo de degradación del color, aunque no fue el suficiente, se recomienda hacer más ensayos para conocer el tiempo en el que se libera el pigmento de las cadenas poliméricas.

- \* Durante la realización de la encuesta algunas respuestas no son veraces, por lo tanto debe hacerse un estudio más riguroso.
- \* Apoyar instituciones o personas con proyectos de reciclaje como el señor Cristian Franco, consolidando así asociaciones.
- \* Realizar ensayos con las bolsas usadas aplicadas a la artesanía, como; tapetes, bolsos, sombreros, correas etc.
- \* Implantar técnicas de recuperación de las bolsas como el proyecto de reciclaje de GESTAURABÁ y PLASTECO.

## BIBLIOGRAFÍA

ASCON, J, Bieto. Fisiología y Bioquímica vegetal. 1ed. México: McGraw-Hill, 1993. 325 p.

AUSTIN, George T. Manual de procesos químicos en la industria. 1ed. México: McGraw-Hill/ Interamericana, 1990. Volumen 3, 741-777 p.

BRUMBLAY, Ray. Análisis Cualitativo. 3ed. México: Continental. 1971. 61-133 p.

CANTER, Larry W. Manual de Evaluación e Impacto Ambiental : técnicas para la elaboración de estudio de impacto. 1ed. España: McGraw-Hill, 1999. 841 p.

CAYON, G. GIRALDO, G. MORALES, H Y L.D, CELIS. Plan Estratégico de Investigación en Plátano. Armenia, Quindío, 2000. Trabajo de grado. Universidad del Quindío. Facultad de Ciencias Básicas.

CAREY, Francis. A. Química Orgánica. 3ed. España ; Mc.Graw-Hill,1999. 221-224 p.

CLAVIJO, DÍAZ, Alfonso. Análisis Químico Cualitativo. Bogotá, Colombia: 1977 Universidad INCCA de Colombia. Instituto Superior de Matemáticas y Ciencias de la Naturaleza. Sección de Química.

CURTMAN, Luis.J. Análisis Químico cualitativo. 1ed. México: Manuel Marín. Madrid, 1959. 164-166,169 p.

FRITZS, James. Química Analítica Cuantitativa. 2ed. México: Limusa. 1993. 321 p.

GRINDLEY, D.N. AN Advanced Course in Practica Inorganic Chemistry. London. Butterworth.1964.

GAVIRIA, Miguel A. CASTAÑO, Fernan. Primer Seminario Taller Sobre Producción Limpia en el Cultivo de Plátano y Banano. Corporación Autónoma Regional del Quindío. Armenia. 1999.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN

Normas Colombianas para la presentación de tesis de grado. Bogotá: INCONTEC 1996;NTC. 1486.

KIAK, Raymond E. OTHMER. Donald. F. Enciclopedia de Tecnología Química. 1ed México unión tipográfica editorial. 1962. tomo XII, 951-952,1035-1036 p. tomo IV, 217-219,229-231 p.

LEICESTER, Hamilton F. Cálculos de química analítica. 1 ed. Madrid: McGraw-Hill, 1968. 275 p.

LUND, Herbert F. Manual McGraw-Hill de Reciclaje. 1ed. México: McGraw-Hill, 1998. Volumen 1, 14.1-14.35 p.

LAGREGA, Michael, BUCKINGHAM, Phillipl. Gestión de Residuos Tóxicos, Tratamiento, Eliminación y Recuperación de Suelos. 1ed. España: McGraw-Hill, 1996, tomo 1, volumen 2. P 850-851.

MORRISON, Thornton. Robert, BOYD, Nellson. Robert. Química Orgánica: 5ed. México. Addison wesley,1998. 330-332, 564-566, 608-609, 1225-1227 p.

MURRAY R, Spiegel. Estadística. 2ed. España: McGraw-Hill, 1991. 45-60 p.

NORDMANN, Joseph. Análisis Cualitativo y Química inorgánica. 6ed. México: continental. 1971. 422 p.

PIERRE GIOLITTO, Pedagogía del Medio Ambiente. Barcelona, ed Flerder, 1984. 201 p.

RAMÍREZ, Fernando. Cómo Ganar la Guerra a las Basuras. 1ed. Santa fe de Bogotá: Cargraphics,1997. 109 p.

RAYCAR, S.A. Guías Metodologicas Para la Elaboración de Estudio de Impacto Ambiental. 3ed. Madrid, 1996. 117 p.

Reunión ACORBAT 2000. Resúmenes. San Juan, P.R. 31 de julio al 4 de agosto del 2000. 23-26, 41-46 p.

SEOANEZ, Mariano. Ecología Industrial. Mundi prensa. Madrid, 1995. 34-37 p.

SIENKO, Michell J, PLANE, Robert. A. Química Experimental. Madrid. España. McGraw-Hill. 1969. 245-285 p.

SHRINER, Ralph, FUSON, Reynold C y CURTIN, David y. Identificación Sistemática de Compuestos Orgánicos. 5ed. México: Limusa, 1977. 478 p.

SKOOG, Douglas A, WEST, Donald W y HOLLER, James F . Química Analítica. 6ed. México: McGraw-Hill/ Interamericana, 1997. 612 p.

THOBANOGLIOUS, George, THEISEN, Hilary y VIGILL, Samuel. Gestión Integral de Residuos Sólidos. 1ed. España: McGraw-Hill, 1994. Volumen 2, 1087 p.

TREADWELL, FD, Jimeno. Tratado de Química, Análisis Cualitativo. 1ed. México: Nacional. 1958. 160 p.

VÁZQUEZ, Rodolfo T. Procesamiento de la Basura Urbana. 1 ed. México: Trillas. 1994. 133-179 p.

WADE, JR. LG. Química Orgánica. 2ed. México : Prentice-Hall Hispanoamericana. 1993.

WITTCOFT, Harold A, REUBEN, Bryan G. Productos Químicos Orgánicos Industriales.  
1ed. México : Grupo Noriega. 1992. volumen 2 423-513 p.

*[www.edafología.ugr.es/conta/tema15/fact.htm](http://www.edafología.ugr.es/conta/tema15/fact.htm)*

*[www.google.com/toxicidad de metales](http://www.google.com/toxicidad%20de%20metales)*

*[www.dmapri.com](http://www.dmapri.com)*

*[www.colombiapack.com](http://www.colombiapack.com)*

*[www.planetaplastico.com](http://www.planetaplastico.com)*.

*[www.plasteco.com](http://www.plasteco.com)*

## ANEXOS

### ANEXO A. PARÁMETROS DE LA ENCUESTA.

NOMBRE DE LA FINCA:

VEREDA:

MUNICIPIO:

1. Cuántas hectáreas están cultivadas con plátano y banano?

- |            |            |
|------------|------------|
| 1.1. 1-10  | 1.2. 10-20 |
| 1.3. 20-30 | 1.4. 30-40 |

2. Cuántas hectáreas de plátano y banano se embolsan?

- |            |            |
|------------|------------|
| 2.1. 1-10  | 2.2. 10-20 |
| 2.3. 20-30 | 2.4. 30-40 |

3. Cuántas bolsas utilizan al mes para proteger los racimos de plátano y banano?

- |                |                |
|----------------|----------------|
| 3.1 100-1000   | 3.2. 1000-3000 |
| 3.3. 3000-6000 | 3.4. 6000-8000 |

4. Cuanto tiempo llevan empleando las bolsas que protegen los racimos de plátano y banano?

- |                  |               |
|------------------|---------------|
| 4.1. 6- 12 meses | 4.2. 1-2 años |
| 4.3. 2-3 años    | 4.4. 3-5 años |

5. Qué hacen con las bolsas de polietileno después de ser usadas:

- |  |                   |
|--|-------------------|
| 5.1. Las entierran                       | 5.2. las queman   |
| 5.3. Las dejan en el sitio de la cosecha | 5.4. Las reciclan |
| 5.5. Las almacenan en un sitio especial  | 5.6. Otras        |

6. Pasado algún tiempo ustedes desentierran las bolsas?

- |         |         |
|---------|---------|
| 6.1. SI | 6.2. NO |
|---------|---------|

7. Qué notan cuando desentierran las bolsas?



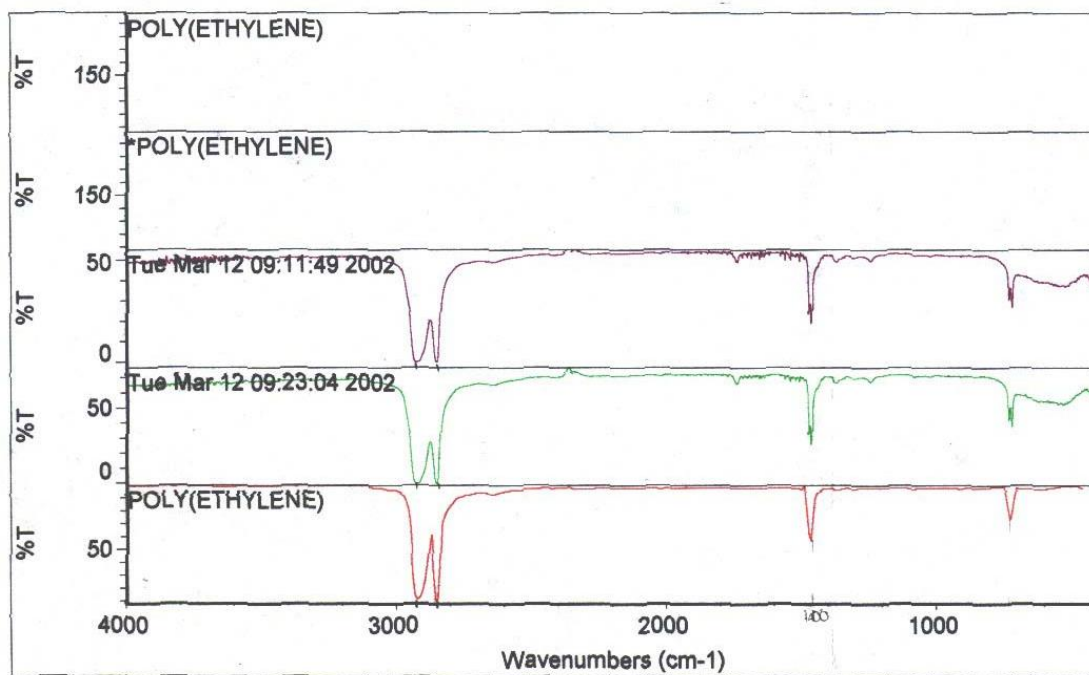
7.1. se decoloran                      7.2. siguen igual.

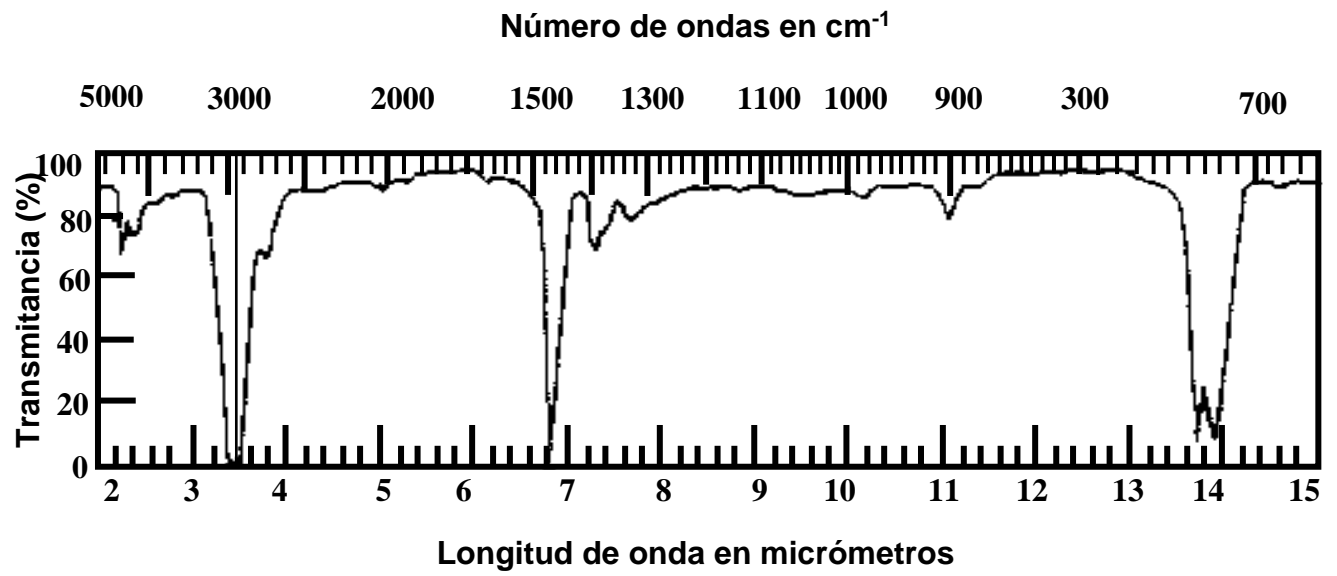
8. Qué corriente de agua pasa por la finca?

8.1. río                                      8.2. Quebrada

9. Ustedes arrojan las bolsas después de ser usadas a la corriente de agua?

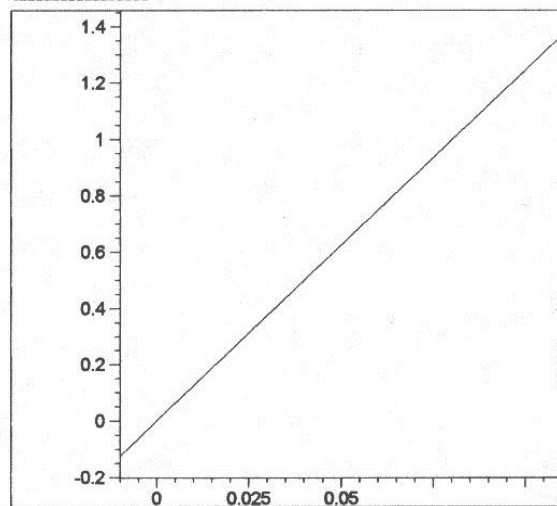
9.1 SI                                      9.2. NO

**ANEXO B . ESPECTRO DEL PIGMENTO EN EL EQUIPO INFRARROJO**

**ANEXO C. ESPECTRO DEL POLIETILENO EN EL INFRARROJO.**

# **ANEXO D: ESPECTRO DEL PIGMENTO AZUL EN EL EQUIPO ULTRAVIOLETA**

**Calibration Curve**



**Calibration Table**

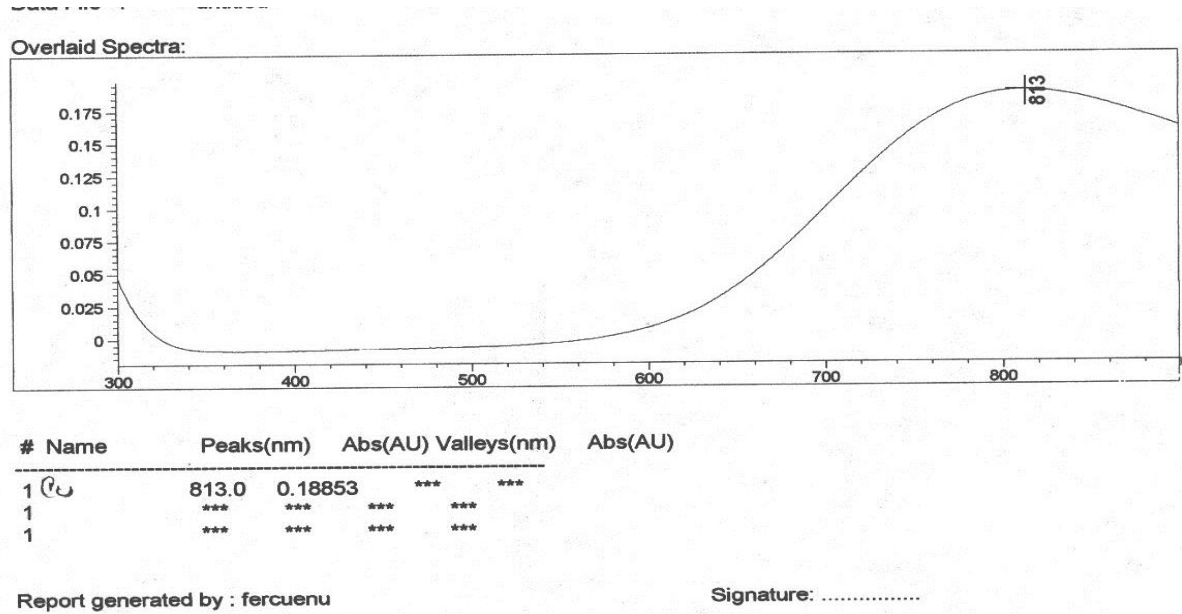
#	Standard Name	CuSO4(M)	Abs<813nm>	%Error
1	CuSO4	1.0000E-2	0.12269	1.55
2		2.0000E-2	0.24691	0.93
3		4.0000E-2	0.49219	1.26
4		6.0000E-2	0.73753	1.37
5		8.0000E-2	0.99508	0.17
6		0.10000	1.25640	-0.82
7		0.00000	3.7766E-4	-100.00

**Calibration Result Summary**

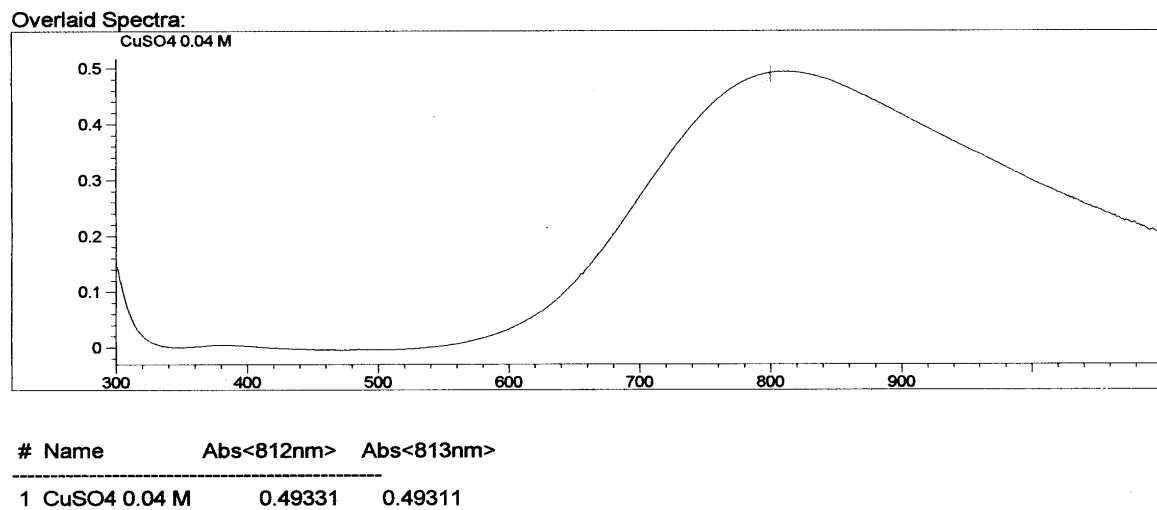
Analyte Name      CuSO4  
 Number of Standards      7  
 Calibration Curve       $C = k1 * A$

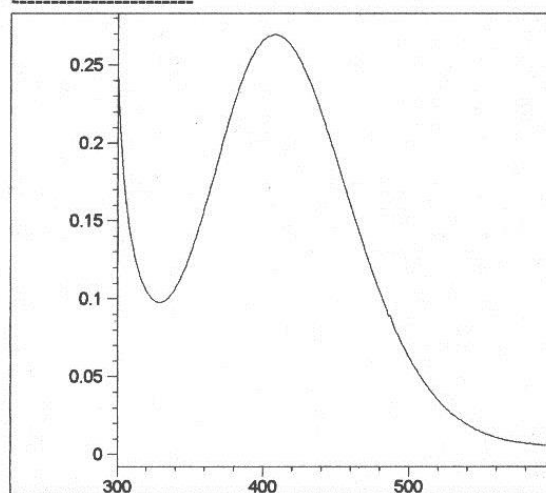
Std.Dev. of k1      2.8474E-4 M  
 Std.Dev. of Calibrat      5.2742E-4 M  
 Correl. Coeff (R^2)      0.99997

## ESPECTRO DEL PIGMENTO AZUL



## ESPECTRO SULFATO DE COBRE



**ANEXO E: ESPECTRO DEL PIGMENTO BLANCO EN EL EQUIPO ULTRAVIOLETA****Overlaid Sample Spectra****Sample/Result Table**

#	Name	Abs<405nm>
1	pig.blanco	0.26877

**ANEXO F: RESULTADOS DE ANÁLISIS DEL CADMIO EN EL PIGMENTO AZUL POR  
ABSORCIÓN ATÓMICA**



Código Interno: 143

PROCEDENCIA:

Número de Muestras: 2

1. Muestra 1 Proyecto de Grado

2. Muestra 2 Proyecto de Grado

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA**  
**FACULTAD DE TECNOLOGÍA**  
**PROGRAMA DE TECNOLOGÍA QUÍMICA**

**LABORATORIO DE AGUAS-UTP**  
**GRUPO DE ESTUDIO DEL RECURSO HÍDRICO**

**REPORTE DE LABORATORIO**

Fecha del reporte: Junio 24 de 2002

ENTIDAD SOLICITANTE: LINA MARCELA ARBOLEDA  
NATURALEZA DE LA MUESTRA: PUNTUAL

PARAMETRO	UNIDADES	M1	M2
CADMIO	mg / l	< 0,032	< 0,032

\* La muestra en referencia no fue recolectada por personal de este laboratorio ni bajo la supervisión del mismo.

\* Este resultado hace referencia única y exclusivamente a la muestra analizada.

Este reporte expresa fielmente el resultado de los análisis realizados. No podrá ser reproducido total o parcialmente, excepto cuando se haya obtenido previamente permiso por escrito del laboratorio.

  
EDWIN JHOVANY ALZATE R.  
Analista de Laboratorio

**ANEXO G: RESULTADOS DE ANÁLISIS DEL HIERRO EN EL PIGMENTO AZUL POR  
ABSORCIÓN ATÓMICA**



Código Interno: 221

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA  
FACULTAD DE TECNOLOGÍA  
PROGRAMA DE TECNOLOGÍA QUÍMICA**

**LABORATORIO DE AGUAS-UTP  
GRUPO DE ESTUDIO DEL RECURSO HÍDRICO**

**REPORTE DE LABORATORIO**

Fecha del reporte Octubre 23 de 2002

SOLICITANTE: LINA MARCELA ARBOLEDA

FECHA DE RECEPCIÓN: Octubre 23 de 2002

IDENTIFICACION  
PIGMENTO AZUL

NUMERO DE MUESTRAS: 1

PARAMETRO	UNIDADES	RESULTADO
Hierro Total	mg / L	1,005

**NOTAS:**

\* La muestra en referencia no fue recolectada por personal de este laboratorio ni bajo la supervisión del mismo.

\* Este resultado hace referencia única y exclusivamente a la muestra analizada. Este reporte expresa fielmente el resultado de los análisis realizados. No podrá ser reproducido total o parcialmente, excepto cuando se haya obtenido previamente permiso por escrito del laboratorio.

  
**CARLOS HUMBERTO MONTOYA N.**  
Coordinador Laboratorios de Química

  
**EDWIN JHOVANY ALZATE R.**  
Analista de laboratorio



# UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA

Operator Name: EDWIN ALZATE

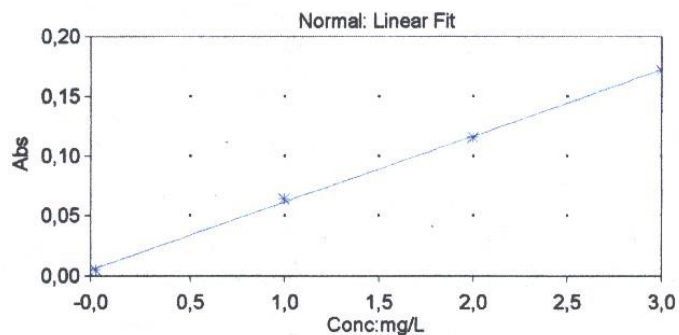
Report Date: 23/10/02 10:32:34

Results File: C:\SOLAAR32\DATA\RESULT.sir

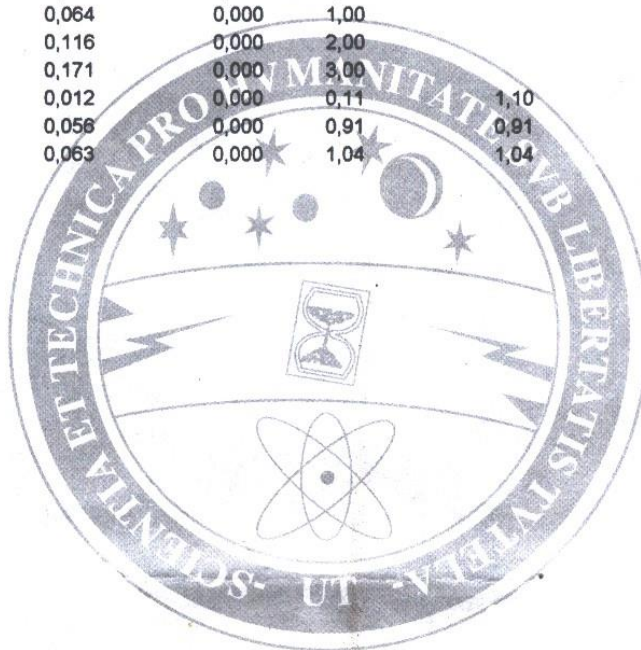
## Solution Results - Fe

$$Y = 0,05523x + 0,0058$$

Fit: 0,9993



Sample ID	Signal Abs	sd	Conc mg/L	Corrected Conc
Fe Blank	0,004	0,000	0,00	
Fe Standard 1	0,064	0,000	1,00	
Fe Standard 2	0,116	0,000	2,00	
Fe Standard 3	0,171	0,000	3,00	
Fe Diluida	0,012	0,000	0,11	1,10
Fe Concentrada	0,056	0,000	0,91	0,91
Fe Calibración	0,063	0,000	1,04	1,04



# ANEXO H: RESULTADOS DE ANÁLISIS DEL ZINC EN EL PIGMENTO BLANCO POR ABSORCIÓN ATÓMICA



Código Interno: 184

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA**  
**FACULTAD DE TECNOLOGÍA**  
**PROGRAMA DE TECNOLOGÍA QUÍMICA**

**LABORATORIO DE AGUAS-UTP**  
**GRUPO DE ESTUDIO DEL RECURSO HÍDRICO**

## REPORTE DE LABORATORIO

Fecha del reporte: Septiembre 5 de 2002

SOLICITANTE: Lina Marcela Alboleda

TIPO DE MUESTREO: Puntual  
IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS  
1. Muestra concentrada  
2. Muestra Diluida 1/10

PARAMETRO	UNIDADES	1	2
ZINC	mg/L	0,63	< 0,013

### NOTAS:

\* Este resultado hace referencia única y exclusivamente a la muestra analizada.

Este reporte expresa fielmente el resultado de los análisis realizados. No podrá ser reproducido total o parcialmente, excepto cuando se haya obtenido previamente permiso por escrito del laboratorio.

**CARLOS HUMBERTO MONTOYA N.**  
Coordinador Laboratorios de Química

  
**EDWIN JHOVANY ALZATE R.**  
Analista de laboratorio

# UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA

Operator Name: EDWIN ALZATE

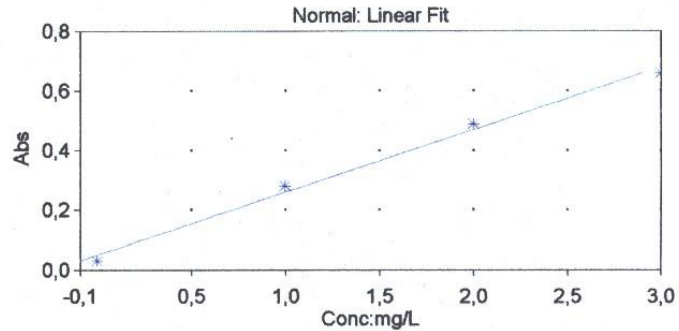
Report Date: 5/09/02 11:49:20

Results File: C:\SOLAAR32\DATA\RESULT.slr

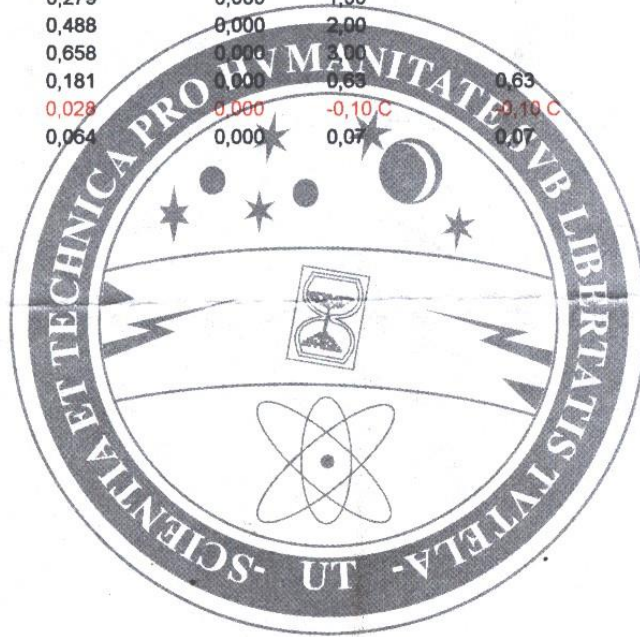
## Solution Results - Zn

Y = 0,20951x + 0,0492

Fit: 0,9927



Sample ID	Signal	sd	Conc	Corrected Conc
	Abs		mg/L	
Zn Blank	0,029	0,000	0,00	
Zn Standard 1	0,279	0,000	1,00	
Zn Standard 2	0,488	0,000	2,00	
Zn Standard 3	0,658	0,000	3,00	
Zn M1 concentrada	0,181	0,000	0,83	0,63
Zn M2 Diluida 1/10	0,028	0,000	-0,10 C	-0,10 C
Zn Calibración	0,064	0,000	0,07	0,07



# ANEXO I. TABULACIÓN DE LA ENCUESTA.

	Encuesta																																	
Pregunta	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	2.3	2.4	3,1	3,2	3,3,	3,4	4,1	4,2	4,3	4,4	5,1	5,2	5,3	5,4	5,5	5,6	6,1	6,2	7,1	7,2	8,1	8,2	9,1	9,2				
1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1			
2	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1				
3	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1				
4	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
5	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1				
6	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0				
7	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0				
8	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0				
9	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0				
10	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0				
11	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
12	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0				
13	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0				
14	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
15	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1			
16	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1				
17	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
18	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
19	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
20	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1				
21	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
22	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0				
23	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1				
24	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0				
25	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
26	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
27	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
28	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1				
29	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
30	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
31	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1				
32	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1				
33	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0				
34	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1				
35	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				

36	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
37	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
38	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
39	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
41	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
42	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
43	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1
44	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1
45	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
46	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1
47	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
48	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
49	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
51	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
52	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
53	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1
54	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
55	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
56	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sumatoria	33	10	6	7	34	13	6	3	24	27	4	1	18	12	12	14	2	25	2	16	11	0	4	0	3	1	5	28	0	24
%	59	18	11	13	61	23	11	5,4	43	48	7,1	1,8	32	21	21	25	3,6	45	3,6	29	20	0	7,1	0	5,4	1,8	8,9	50	0	43

